



# TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA  
POLITÈCNICA SUPERIOR  
UNIVERSITAT DE LLEIDA  
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Oscar López Luna

Titulació: Grau en Enginyeria Informàtica

Títol de Treball Final de Grau: **Natural Interaction UI & UX**

Director/a: **Toni Granollers Saltiveri i Juan Enrique Garrido Navarro**

Presentació

Mes: Setembre

Any: 2019

# Índex

<b>Agraïments .....</b>	<b>4</b>
<b>Resum del projecte .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Introducció.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Motivació.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Objectius.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4. Conceptes importants .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5. Planificació del projecte .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5.1 Metodologia emprada.....</b>	<b>14</b>
1.5.1.1 Kanban .....	16
1.5.1.2. Issues .....	18
<b>1.6. Estructuració del projecte .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6.1. Control de versions .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Les interfícies d'usuari .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Evolució de les interfícies .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. Què és una interfície natural? .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4. Disseny d'una interfície natural .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5. Dispositius i treballs relacionats .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Evolució de la interacció .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Interacció natural .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. Interacció basada en moviments .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1. Estructuració del desenvolupament.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2. Decisions del projecte .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.1. Decisions tècniques .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.2. Decisions d'organització.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.3. Decisions de disseny .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3. Desenvolupament del projecte .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.1. Primera iteració .....</b>	<b>46</b>
4.3.1.1. Treball d'investigació.....	46
4.3.1.2. Prototipat a paper.....	58
4.3.1.3. Prototipat funcional .....	59
4.3.1.4. Focus group .....	63
<b>4.3.2. Segona iteració .....</b>	<b>65</b>
4.3.2.1. Unity UI: Primer disseny .....	66
4.3.2.2. Unity UI: Funcionalitats .....	75

4.3.2.3. Unity UI: Redisseny de la Interfície.....	81
4.3.2.4. Reconeixement de les mans i integració de gesticulacions .....	90
4.3.2.5. Adaptació UI a interfície natural .....	92
<b>4.3.3. Tercera iteració .....</b>	<b>98</b>
4.3.3.1. Integració de les parts .....	98
4.3.3.2. Avaluació d'usuaris .....	100
4.3.3.3. Anàlisi dels resultats obtinguts als tests .....	105
4.3.3.4. Aplicació dels nous canvis .....	122
<b>5.1. Conclusions.....</b>	<b>124</b>
<b>5.2. Treball futur .....</b>	<b>125</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>127</b>
<b>Annexos .....</b>	<b>130</b>

# Agraïments

M'agradaria expressar el més profund dels agraïments a les següents persones:

- Carla Munsó, per l'ajuda constant en les decisions sobre el disseny i pel suport donat durant el desenvolupament del projecte.
- Als tutors, Juan Enrique Garrido i Toni Granollers per portar-me el treball de la forma en la qual ho han fet.
- Als usuaris que han participat en la prova realitzada per l'avaluació, ja que gràcies a ells s'ha pogut dur a terme.
- Marc Viladegut, company de grup de recerca, per haver aportat idees de com realitzar les tasques i de com organitzar-les.

## Resum del projecte

Aquest projecte va sorgir perquè avui dia la tecnologia avança a una velocitat sobrehumana, és a dir, que canvia molt ràpidament.

Aquest fet és el que ens va dur a iniciar-nos en el món de les noves formes d'interacció, concretament en la interacció natural, i a causa d'una proposta que em van fer en Toni Granollers i en Juan Enrique Garrido, es va decidir realitzar un projecte de caire investigatiu per tal de veure quant eficient o útil pot ser aquest tipus d'interacció, la interacció natural (interaccionar amb una aplicació amb els moviments que faries de forma quotidiana, com per exemple, agafar un got d'un prestatge).

Abans d'endinsar-nos en el desenvolupament, cal destacar que es va decidir que seria un projecte per parelles o si més no, que en Marc Viladegut realitzaria la part de l'aplicació 3D i l'Òscar López (jo) realitzaria la part de la interfície, la integració d'ambdues parts i l'avaluació d'usuaris posterior al desenvolupament.

Seguidament, es va haver d'escollir un dispositiu mitjançant el qual s'interactuaria amb l'aplicació, per tant, es va dur a terme una cerca exhaustiva de dispositius i després de comparar-los els uns amb els altres, es va escollir Orbbec Astra Pro [\[16\]](#) perquè la vam considerar la millor opció.

Per altra banda, però no menys important, es van dur a terme dues cerques exhaustives més les quals van servir per escollir Nitrack [\[13\]](#) com a *middleware* i Unity [\[17\]](#) com a entorn on desenvolupar l'aplicació.

Un cop ja es tenien totes les eines escollides i disponibles es va passar a realitzar el projecte.

Aquest projecte consisteix en la creació d'una interfície i tot el procés que això comporta. Per arribar la versió final de la interfície, es va iniciar amb la creació d'un prototipat a paper, el qual amb l'ajuda de Justinmind [\[14\]](#) va evolucionar a prototipat funcional el qual va ser exposat davant d'un grup de persones amb les quals es va dur a terme un focus group del qual es van extreure elements a canviar i noves idees de coses que implementar.

La pròxima etapa va consistir a implementar el prototip funcional fent ús d'Unity, però això va portar a una primera versió la qual es va haver de canviar a causa que l'altra part de l'aplicació

tenia una temàtica diferent i per tant, es va haver d'adaptar a l'aplicació 3D per tal que a l'hora d'integrar les dues parts, no tinguessin res en comú, és a dir, que no s'assemblessin en res.

A causa del *feedback* rebut en el *focus group* realitzat en acabar el prototip funcional, es va haver de canviar el disseny i per tal de dur-ho a terme es va utilitzar Photoshop [19] el qual ens va permetre crear nous dissenys per a la interfície i, com es deia anteriorment, adaptar-la a l'aplicació 3D.

Una vegada tot el disseny i les funcionalitats corresponents estaven acabades, es va procedir a la integració d'ambdues parts, fet que va suposar canvis en l'escena de la interfície, ja que es va crear un *prefab* per tal de poder passar el bloc de menús cap a l'escena de l'aplicació 3D i així poder realitzar l'acció d'aturar l'aplicació.

En aquest moment, ja es té tot ben integrat i es procedeix a la preparació del document previ a l'avaluació on s'estipulen les tasques que es duren a terme, els motius tant de l'avaluació com de per què es duen a terme aquestes tasques i com i que es tindrà en compte a l'hora d'avaluar als usuaris que facin la prova.

Per avaluar-los, s'ha utilitzat un qüestionari *post-test* anomenat SUS [15], el qual ens ha permès conèixer el grau de satisfacció percebuda pels usuaris envers l'aplicació. També s'han avaluat les tasques que feien, és a dir, que s'ha analitzat els passos que duia a terme l'usuari durant la prova i aquest fet ha determinat si realitzaven una tasca correctament o incorrectament. A més a més, a partir d'aquesta anàlisi i dels clics que l'usuari feia per finalitzar la tasca, s'ha determinat si s'havia seguit la ruta òptima. Per altra banda, durant la realització de les tasques, s'ha enregistrat el temps que es tardava a fer cadascuna d'elles, això s'ha fet per cada *tester* i ha permès calcular la mitjana de temps que tarden per dur a terme totes les tasques.

En acabar els tests, es van realitzar unes anàlisis per tal de valorar amb precisió el grau de satisfacció dels usuaris, la valoració que aquests havien donat a l'aplicació i el temps que tardaven en dur les tasques.

Tot i que amb aquestes dades ja en teníem suficient, es va decidir realitzar 50% tests a gent amb coneixements d'informàtica i l'altre 50% a gent que no tingués aquestes nocions. Malgrat que la diferència de coneixement van valorar l'aplicació amb una mitjana similar (aproximadament 74 sobre 100, que vol dir que és una aplicació que està bé), però hi havia molta diferència entre el temps que tardaven a dur a terme les tasques, els usuaris sense

coneixements d'informàtica van tardar 70 segons de mitjana per dur a terme totes les tasques mentre que els tenen coneixements d'informàtica van tardar 22 segons aproximadament, respecte als 35 segons de mitjana estipulats com a temps aproximat acceptable.

En definitiva, ha estat una anàlisi positiva i només cal aplicar els canvis que han estat requerits pels usuaris per garantir-los una millor experiència d'usuari i que han estat d'ajuda per a remarcar el treball futur envers aquest treball.

# Capítol 1. Introducció del projecte

Aquest capítol ofereix la motivació que ens ha portat a dur a terme el projecte, els objectius del projecte, una sèrie de conceptes importants i la planificació i estructuració del projecte, cadascun en un apartat diferent.

## 1.1 Introducció

A diferència d'anys enrere, on hi havia pocs dels avenços que ens ha aportat el creixement continu de la tecnologia, la societat actual es regeix per la tecnologia, és a dir, que aquesta n'és una part molt important i indispensable.

A causa d'això va sorgir la inquietud pel món digital, la preocupació per aquesta interacció persona-ordinador (IPO) i sobretot, tenir cura del fet que l'experiència dels usuaris fos la més satisfactòria possible. La IPO ha anat evolucionant a causa de les investigacions que s'han anat duent a terme i s'ha acabat aplicant a tot sistema destinat a ser utilitzat per un usuari, per exemple, en els caixers automàtics, videojocs, en sistemes de rehabilitació, etc.

Cal tenir en compte que per comunicar-se amb les màquines, ens és necessari algun tipus de dispositiu d'entrada per tal que aquestes rebin la nostra interacció, un bon exemple serien el teclat i el ratolí que ens permeten interactuar amb l'ordinador o sistema al qual estan connectats.

Fent referència al que s'ha especificat anteriorment, la tecnologia no ha parat de créixer i per tant, avui dia s'estan cercant millores i noves formes d'interactuar amb aquestes màquines o sistemes. Actualment, s'estan investigant maneres d'interactuar sense cap mena de dispositiu, es busquen formes d'interacció directa amb la pantalla. Un dels avenços aconseguits en aquest àmbit, és el pas intermig que presenta el canvi de ratolí i teclat a controlar una pantalla d'un dispositiu mitjançant el contacte amb aquesta (pantalla tàctil dels mòbils).

Avui dia, la interacció amb dispositius s'està portant a un altre nivell, anomenat contactless, és a dir, interaccionar amb els sistemes i els dispositius sense haver de tocar-los, simplement, analitzant les postures, gesticulacions i moviments del cos humà. Aquest fenomen s'anomena interacció natural i és possible gràcies a l'aparició d'uns aparells capaços de crear un esquelet virtual marcant els punts clau d'aquest i també de seguir-ne els moviments i captar les



gesticulacions realitzades. El projecte ha estat orientat a aquesta tecnologia, ja que es volia investigar fins on es podia arribar a aplicar aquesta tecnologia i com afectaria als usuaris.

Aquest tipus de tecnologies ofereixen la possibilitat de crear sistemes o software que s'utilitzin en l'àmbit de la salut [\[21\]](#), per exemple en la rehabilitació d'un pacient mitjançant la detecció de postures i així detectar si aquest ho està duent a terme correctament o no. Per altra banda, també s'utilitzen per a la creació i avaluació de material industrial, per facilitar la detecció d'errades en la creació d'aquell material sense haver-lo de produir. No s'ha d'oblidar que també es poden utilitzar per als videojocs, com una forma alternativa que ofereixi més immersió i realisme a l'experiència de l'usuari. A continuació s'explicarà el motiu principal d'haver escollit i realitzat aquest treball.

## 1.2. Motivació

El que em va portar a triar aquest tipus de projecte, van ser les ganes d'introduir-me en el món de la interacció natural i sobretot, el fet d'haver d'afrontar un repte, ja que no era coneixedor de cap de les noves tecnologies que implicava el seu desenvolupament.

La decisió final de dur a terme aquest treball va ser presa després d'una reunió amb en Juan Enrique Garrido Navarro i en Toni Granollers Saltiveri, els quals tenien multitud d'idees amb les quals il·lustrar-nos.

Tanmateix, destacar que en Juan Enrique Garrido Navarro ja havia realitzat algun que altre projecte amb aquesta tipologia d'interacció i el seu coneixement va ser de vital importància perquè gràcies a aquest, ens va poder oferir gran varietat de projectes.

Entre projectes i idees, hi havia un sentiment d'atemoriment per la desconexença i dificultat que suposaria portar a terme aquest projecte. Tot i això, es va tirar endavant.

La causa principal de l'acció d'acceptar aquest treball, tot i la falta de coneixement que es tenia, va ser el repte que suposava i les ganes de conèixer noves parts del món tant gran i divers que forma la paraula **informàtica**.

Un cop escollit el tipus de treball que es volia dur a terme, es van estipular els **objectius** d'aquest. Cal destacar que aquest treball depèn d'un altre que durà a terme la part de manipulació d'objectes 3D.

## 1.3. Objectius

El principal objectiu d'aquest projecte consisteix en la creació d'una interfície per tal d'analitzar la interacció natural en vers aquest entorn. Aquest fet implica dissenyar i crear una interfície per un paradigma d'interacció poc conegut, fins el dia d'avui, i es requerirà l'opinió i valoració dels usuaris per anar millorant la interfície en tots els seus aspectes (disseny, visualització, funcionalitats, usabilitat, experiència d'usuari, etc.).

Per tal d'assolir l'objectiu principal s'han definit els objectius secundaris i aquests són els següents:

- Cerca exhaustiva sobre càmeres que disposin d'un sensor capaç d'enregistrar la interacció natural i que s'adapti als requeriments d'aquest projecte. Aquí també s'inclou cercar un software que permeti treballar amb aquest dispositiu (SDK).
- Cerca i anàlisi sobre eines i llenguatges de programació que s'utilitzaran en el desenvolupament.
- Creació i millora de prototips per tal d'assolir l'objectiu principal.
- Anàlisi del *feedback* rebut dels usuaris per tal de valorar el treball realitzat durant el desenvolupament.
- Integració amb l'aplicació 3D, com una sola aplicació.
- Avaluació de l'aplicació (Petita anàlisi de la usabilitat i l'experiència d'usuari).

El punt fort d'aquest treball és que es pot considerar com una petita aportació en el món de la interacció natural i el creixement d'aquest, ja que durant el projecte es podrà valorar quin impacte ha tingut en els usuaris (els usuaris implicats en el test final).

Si expliquem els objectius enumerats anteriorment, s'obté que aquest projecte consisteix en la creació d'una interfície sobre la qual s'interactuarà de forma natural utilitzant una càmera capaç de detectar els moviments realitzats pels usuaris i després, es realitzarà la integració d'aquesta interfície amb el projecte de manipulació d'objectes 3D i un cop tot aquest procés estigui finalitzat, es faran unes proves d'usuari per tal d'avaluar la usabilitat, l'experiència d'usuari i tot el que l'usuari ens transmeti en interactuar amb el nostre treball.

Respecte als elements a tenir en compte abans de començar a realitzar el treball, es destaquen la investigació duta a terme sobre els sensors 3D i el software associat a aquests (SDK), per tal de saber, com ja s'ha dit, si es necessitaria programari de tercers o no. També m'agradaria ressaltar que aquest és un projecte que barreja innovació, investigació i ganes de conèixer noves tecnologies amb implementació i avaluació.

Pel que fa al desenvolupament, es durà a terme en l'IDE que agrupi les millors eines que facilitin la integració de tots els elements relacionats i necessaris per a realitzar la interacció basada en moviments i que sobretot, que sigui capaç de detectar el sensor i el software d'aquest.

L'aplicació que es realitzarà serà una aplicació d'escriptori que detectarà la càmera que estarà connectat via port USB. Aquest buscarà la forma d'interactuar entre la interfície i el feedback rebut de la càmera, aconseguint així una aplicació que es pot interactuar sense fer ús de cap perifèric d'entrada com el ratolí o el teclat, l'únic que necessitem serà la càmera i ganes d'interactuar amb l'aplicació de forma natural.

L'ús d'aquesta aplicació està orientat a totes les edats, ja que és fàcil d'utilitzar. Aquest fet provoca que fins i tot els més petits puguin utilitzar-ho, en un futur, per divertir-se. No obstant això, res impedeix que aquesta pugui ser utilitzada per qualsevol persona adulta en entorns de creació, de recerca o, fins i tot, d'oci.

## 1.4. Conceptes importants

Abans de seguir amb la introducció del projecte, s'ha considerat adient explicar una sèrie de conceptes, en els quals es farà més èmfasi posteriorment, per tal que qualsevol persona que no sigui coneixedora de les eines, dispositius, elements i vocabulari utilitzats, pugui ser capaç d'entendre el treball que s'ha realitzat.

### **Interacció Persona-Ordinador (IPO):**

Aaron Quigley - *"Human computer-interaction (HCI) is the most important discipline within computing at this moment in time. If you look at the nowadays technology they are all communicated and have enriched many different lives in many ways but the interaction capabilities that we have today are not always that dissimilar from the ones that we had decades ago. So, yes, we have more wearable computing now, we have mobile computing now, that we had in the recent past but when we look at desktop computing, the metaphors*

*and the paradigms in terms of interaction we have are a bit evolved that we had decades ago but not sufficiently in my estimation. So if any is interested on computing and interested on unlocking the power of computing into the next generation I would say that HCI is the place to be.”* [30]

La interacció persona ordinador és un camp d'estudi multidisciplinari que es focalitza en el disseny de tecnologia i, en concret, a la interacció entre humans (usuaris) i els ordinadors. No obstant el seu inici centrat en els ordinadors, des de llavors s'ha expandit per a cobrir quasi totes les formes del disseny orientat a la tecnologia de la informació. (*information technology design*). [23]

### **Disseny de sistemes interactius centrats en l'usuari (DCU):**

Donald A. Norman - *“One of the things that I teach about design is, you know it's ok if you can't use it the first time. It's ok if you have to read a book or someone has to instruct you. But it's not ok if you have to do the same thing a second time.”* [29]

El disseny centrat en l'usuari (UCD) és un terme ampli que descriu els processos de disseny en el qual els usuaris finals influeixen en la manera en què un disseny pren forma. Es tracta d'una àmplia filosofia i varietat de mètodes. Hi ha un ventall de maneres en què els usuaris participen en UCD, però el concepte important és que els usuaris estan involucrats d'una manera o altra. [9]

A l'hora d'elaborar un disseny centrat en l'usuari s'han de tenir en compte 3 principis: [22]

- **Inclusió activa dels usuaris.** Els usuaris sentiran que el sistema ha estat dissenyat tenint en compte la seva opinió i no que se'ls hi hagi imposat. Ressaltar que aquesta inclusió ajudarà a l'acceptació del producte final a causa que els usuaris finals es poden sentir compromesos.
- **Iteració de solucions potencials.** Es fa un disseny iteratiu perquè aquest implica el seguiment del *feedback* dels usuaris. És necessari incorporar incrementalment les solucions de disseny trobades. Les solucions es poden presentar fent ús de prototips a paper, maquetes o prototips funcionals executats en ordinadors.

Tenir en compte que l'usuari ha de realitzar tasques factibles utilitzant el disseny o disseny que, actualment, són els més propers a un disseny final i així transmetre el seu *feedback*, a partir del qual es modificarà o desenvoluparà un nou disseny.

- **Equips de disseny multidisciplinaris.** El DCU és un procés col·laboratiu, ja que s'han d'involucrar diverses parts les quals tenen coneixements i experiències diferents, per tant, una perspectiva diferent.

El grup ha d'estar format per representants de tots els sectors afectats pel producte o sistema que es va a desenvolupar (els usuaris finals del sistema o producte també en formen part).

### Usabilitat:

Nielsen Norman - *"Usability is a quality attribute that assesses how easy user interfaces are to use. The word "usability" also refers to methods for improving ease-of-use during the design process."* [\[28\]](#)

Aquest terme el podem definir de dues maneres:

- *Col·loquialment.* Sistemes fàcils d'utilitzar i aprendre.
- *Formalment.* Fent referència a la definició estipulada a l'**ISO-9241-11**<sup>1</sup>, definim usabilitat com la mesura que un producte, generalment software, pot ser utilitzat per diversos usuaris per assolir objectius específics amb **eficiència**, **satisfacció** i **efectivitat** en un context determinat. No obstant això, a l'hora d'aconseguir aquests objectius també s'ha de tenir en compte la **memorabilitat** i els **errors** [\[26\]](#).

A continuació s'explicaran cadascun dels termes que formen la usabilitat [\[20\]](#) [\[28\]](#):

- **Efectivitat.** La precisió amb la qual els usuaris assoleixen els objectius especificats.
- **Eficiència.** Rapidesa amb la qual l'usuari aconsegueix arribar als objectius especificats.
- **Satisfacció.** Capacitat difícil d'avaluar perquè és un element molt subjectiu, però la podem definir quant còmode està l'usuari mentre està duent a terme la interacció.
- **Memorabilitat.** Capacitat de tornar a fer servir el disseny igual que anteriorment, després d'estar un període de temps sense utilitzar-lo.
- **Errors.** Quants errors fan els usuaris, són molt greus, i quina facilitat té l'usuari per recuperar-se dels errors?

---

<sup>1</sup> [ISO-9241-11](#): Norma sobre la interacció persona-ordinador, la onzena part d'aquesta, fa referència a la usabilitat.

**User experience (UX).** L'experiència d'usuari inclou totes aquelles sensacions i formes en les quals se sent un usuari quan interactua amb la nostra aplicació o sistema interactiu. [20] El primer requeriment per a una experiència d'usuari exemplar és ser coneixedor de les necessitats exactes de l'usuari, sense cap tipus de molestia. A continuació, s'obté la senzillesa i l'elegància que produeixen productes que són una alegria tenir-los i una alegria utilitzar-los (*joy to own, joy to use*). [25]

**User Interface (UI).** Una interfície d'usuari, són tots aquells elements dissenyats amb els quals l'usuari pot interactuar. Aquesta definició inclou qualsevol tipus d'elements des d'una pantalla o un teclat, fins als elements de la vida quotidiana com una tassa o una rentadora. Aquest terme també inclou la interacció de l'usuari amb una aplicació o pàgina web. Per altra banda, sovint UI es fica en conjunt amb UX, ja que així s'inclou l'aparença del dispositiu, el temps de resposta i el contingut que es presenta a l'usuari en el context de la interfície. [34]

A partir dels conceptes explicats, hem elaborat una idea més clara el context en el que ens situem, i per tant, podem iniciar la presentació del projecte en sí.

## 1.5. Planificació del projecte

La planificació del projecte s'ha dut a terme fent ús d'una metodologia de gestió de projectes la qual ha aportat estructuració i seguretat durant el desenvolupament del projecte.

### 1.5.1 Metodologia emprada

La metodologia emprada, *Prototyping Model* [31], consisteix en un sistema en el qual el prototip és la base de tot el desenvolupament, és a dir, es construeix, es testeja i seguidament, es reconstrueix tants cops com sigui necessari fins a tenir un prototip acceptable i a partir d'aquest desenvolupar el sistema o producte. Aquest tipus de metodologia es la millor opció en el casos en els quals no es saben tots els requeriments o aquests canvien durant el desenvolupament del projecte. Ressaltar que és del tipus iteratiu i prova-error que es duu a terme entre desenvolupadors i usuaris [32].

El *Prototyping Model* consta de 9 passos [33]:

1. Els nous requeriments són definits amb el màxim de detall possible. Aquest pas consta de la implicació d'usuaris que representin tots els departaments implicats.

2. Un disseny preliminar es creat per al nou sistema o projecte.
3. Es construeix una primera aproximació en forma de prototip basant-se en el disseny preliminar.
4. Els usuaris avaluen el primer prototip i ens fan saber els punts forts i febles, el que s'hauria d'afegir i el que s'hauria d'eliminar. El desenvolupador recull i analitza el que han dit els usuaris.
5. Es modifica el segon prototip, basant-se amb els comentaris proveïts pels usuaris, i un segon prototip del nou sistema es construït.
6. El segon prototip s'avalua de la mateixa manera que es va avaluar el primer.
7. Els passos anteriors són iterats tantes vegades com sigui necessari, fins que els usuaris estan satisfets amb el prototip que representa el producte final desitjat.
8. El sistema fina es construït, basant-se en el prototip final.
9. El sistema final es avaluat i testejat. Seguidament, s'aplicarà una rutina de manteniment, ja que en aquesta etapa no hi hauria d'haver canvis. Tot i això, el sistema creat es pot continuar millorant repetint tots els passos anteriors.

Com tota metodologia té avantatges i desavantatges ([Taula 1](#)), però la part positiva, en aquest projecte té major pes que la negativa, ja que el principal motiu pel qual s'ha fet servir és perquè és una bona metodologia per involucrar als usuaris en el projecte i perquè permet l'addició de requeriments de forma iterativa i no és necessari tenir-los tots ben definits abans d'iniciar el desenvolupament.

Avantatges	Inconvenients
Involucra als usuaris en el desenvolupament.	Condueix a la implementació i llavors reparació dels sistemes construïts.
Com que en aquesta metodologia es proporciona un model de treball del sistema, els usuaris coneixen millor el sistema que s'està desenvolupant.	Pràcticament, aquesta metodologia pot augmentar la complexitat del sistema ja que l'abast del sistema pot expandir-se més enllà dels plans originals.
Els errors es poden detectar molts abans.	L'aplicació incompleta pot fer que l'aplicació no s'utilitzi ja que s'ha dissenyat el sistema complet.
El <i>feedback</i> dels usuaris està disponible més ràpidament conduint el desenvolupament cap a una millor solució.	Anàlisi del problema incomplet o inadequat.
Les funcionalitats que falten es poden identificar fàcilment	-
Es poden identificar funcions confuses o difícils de forma ràpida i incompleta però funcional.	-

Taula 1. Avantatges i inconvenients del Prototype Model

A més a més, s'ha utilitzat per tal de garantir una seguretat i estructura durant el desenvolupament però sobretot, també garantir la possibilitat d'afegir nous canvis durant el projecte. Per tal de complir les garanties s'ha fet ús d'issues, que s'han creat al principi del projecte i d'un kanban per coordinar-les, aquests elements es veuen en els següents punts.

A part d'aquests motius, es va escollir aquesta perquè aquest projecte requeria de molta interacció amb l'usuari. Fer un sistema seguint les directives d'aquesta metodologia facilita que s'arribi a un sistema fàcil d'utilitzar i amb mínima necessitat d'aprenentatge per a l'usuari final. Afegir que en les següents subseccions es veuran en detall el kanban i les issues, ja que han estat part important de l'organització del projecte.

### 1.5.1.1 Kanban

Abans de definir un kanban i explicar l'ús i els motius per als quals es farà servir, cal especificar que s'ha fet ús del kanban de GitHub, el qual ha estat triat perquè és el que hem trobat més útil i còmode perquè ens permetia tenir hostatjat el repositori i al mateix temps gestionar el kanban i les tasques corresponents, ja que si no haguéssim fet servir Github, hauríem d'haver fet servir una plataforma per guardar el repositori i una altra de diferent per a la gestió de les tasques.



Un kanban o tauler d'anuncis (tauler d'issues), és una eina que et permet tenir constància de les tasques pendents de realitzar ([Figura 1](#)). Ens permet visualitzar tota la feina pendent i diferenciar-la de l'acabada, també proporciona un control sobre el progrés total del projecte i sobretot, permet veure sempre com es va avançant en el projecte respecte a la deadline<sup>2</sup>.

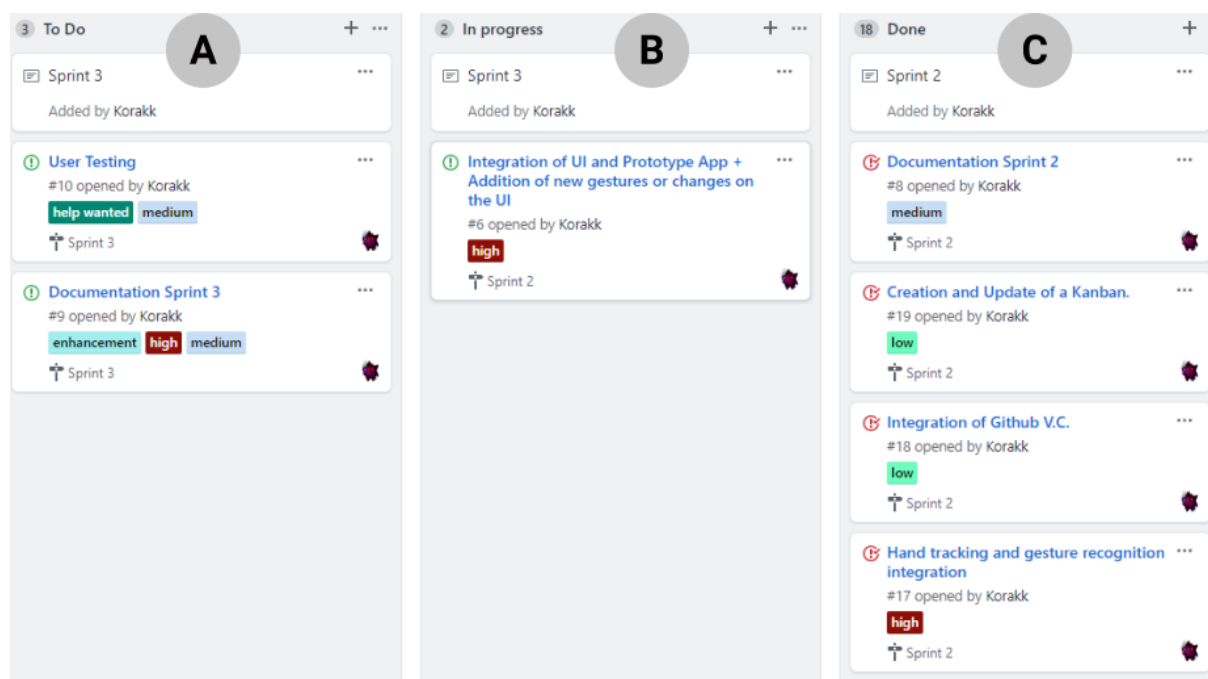


Figura 1: Kanban del projecte a finals de la segona iteració (<https://github.com/Korakk/Tfg-ui-ux/projects/1>).

Per tal d'entendre millor el que és un kanban, s'explica cadascuna de les columnes que s'utilitzen més comunament. En aquestes columnes, a dalt de tot a l'esquerra es pot veure el nombre d'issue que conté i el tipus d'issues que aquesta inclou:

- To do: ([Figura 1A](#))

Aquesta columna conté les issues que pendents de fer, i l'usuari al qual se li han assignat aquestes. Si tenen subtasques, podem veure les que han estat completades respecte a les totals, en aquest cas com que encara no s'estan fent, doncs, no se n'ha fet cap.

Quan un desenvolupador comença a desenvolupar una de les funcionalitats descrita per alguna de les issues ([Secció 1.5.1.2.](#)), aquesta issue passa a estar a la columna d'In progress ([Figura 1B](#)).

<sup>2</sup> Deadline: Data límit per a l'entrega, al client, del projecte que s'estigui realitzant.

- In progress: ([Figura 1B](#))

En aquesta columna hi apareixen les issues que s'estan duent a terme pels desenvolupadors del projecte, en aquest cas per nosaltres.

També es poden visualitzar les subtasques completades respecte a les no completades i veure com durant el temps, va canviant fins a arribar a completar totes les subtasques i per tant, la tasca global. Això fa que la issue completada passi a done o closed, ja que no disposem de la columna needs review.

- Done: ([Figura 1C](#))

En aquesta columna, simplement, hi ha les issues que s'han desenvolupat i revisat completament, és a dir, les que ja s'han tancat o finalitzat, ja sigui perquè s'ha decidit fer aquella issue d'una altra manera i per tant, aquesta ha quedat com a invàlida i en el seu lloc se n'ha creat una de nova que apareixerà a la columna de to do fins que la comenci a desenvolupar algú.

Per altra banda, també tenim les issues que s'han acabat de desenvolupar correctament o si més no les quals, s'ha creat un enhancement o bug arran de la issue que s'ha tancat.

En resum, aquesta columna conté les issues finalitzades independentment del motiu.

### 1.5.1.2. Issues

Una issue és una nota ([Figura 2](#)), s'utilitzarà un símil a una tasca quotidiana per entendre-ho. L'exemple consisteix a relacionar ell post-it de la compra que la mare et deixa a la nevera perquè t'encarreguis de fer alguna tasca pendent amb una issue en un kanban.

Un cop vista la similitud, podem afirmar que una tasca consisteix en un tipus de nota per a tenir constància i control de tota la informació i subtasques que conté un projecte. En altres paraules, és una eina de recordatori tant de feina pendent com de feina acabada.

Tot i que, a vegades, una "issue" també serveix de recordatori d'errors pendents d'arreglar o d'avís del fet que hi ha certs elements que es poden millorar.

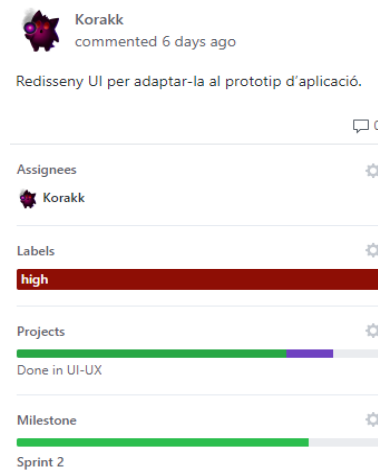


Figura 2: Tasca tancada sobre redissenyar la interfície (<https://github.com/Korakk/Tfg-ui-ux/projects/1>).

Per tal de diferència una "issue" d'una altra, es fa servir un sistema d'etiquetatge basat en prioritat i tipus.

Pel que fa a les prioritats, en tenim de tres tipus:

- High (Alta): Indica que aquella tasca és de vital importància per a la realització del projecte.
- Medium (Mitjana): Indica que aquella tasca és d'importància menor que una de tipus alta, però que per a realitzar un bon projecte o per a una major satisfacció del client, aquesta s'ha de dur a terme.
- Low (Baixa): Indica que aquella tasca té poca importància, majoritàriament són millores que no influeixen en el funcionament base de l'aplicació, però que si s'apliquen, aquestes milloren la qualitat del producte.

Tenint en compte els objectius definits al principi del projecte es disposa de gran varietat d'issues, però es destacaran les més importants.

- *Research on Natural Interaction Devices*: Inclou tota la recerca duta a terme sobre els diferents dispositius d'interacció natural.
- *Research of Programming Tools*: Inclou tota la recerca duta a terme sobre IDE de programació i sobre eines de disseny.

- *Learning and comprehension of chosen tools and devices*: Tracta la fase en la qual s'ha estat aprenent a utilitzar, és a dir, que s'ha dut a terme la familiarització entre tot el que s'ha cercat i decidit utilitzar, i la persona que s'encarregarà de desenvolupar el projecte.
- *UI prototyping (paper and functional)*: Destacar aquesta issue per poder apreciar la importància de realitzar diverses fases de prototipat abans de passar a la implementació.
- *UI design and implementation*: Agrupament de tasques, separat en el Kanban, que engloba tot el desenvolupament de la interfície.
- *Focus groups*: Tasca que inclou reunions on s'avalua l'aplicació.
- *User testing*: Comesa que abraça els tests d'usuari i tots els documents que s'utilitzin i tot *feedback* que s'obtingui.
- *Integració del Hand Tracking i del reconeixement de gesticulacions (gesture recognition)*: Tasques que engloben la part d'adherir, en la interfície, la interacció natural.

## 1.6. Estructuració del projecte

Per definir l'estructura del projecte, s'ha fet ús d'un tipus específic de diagrama que mostra el progrés respecte del temps, aquest és el diagrama de Gantt. Es pot veure la divisió del projecte en tres sprints<sup>3</sup> i que cada sprint té unes tasques associades les quals són les mateixes que les issues que hi ha al kanban.

En la imatge posterior ([Figura 3](#)) es veuen les hores dedicades a cada sprint, la completesa dels sprints amb els seus percentatges corresponents i les tasques associades.

---

<sup>3</sup> **Sprint**: Període limitat de temps en el qual es duen a terme un nombre determinat de tasques, és a dir, blocs temporals fixes i d'una durada determinada.

	UI/UX TFG		90%
	▼ Sprints		90%
7/7	Sprint 1	Oscar (4 hrs/day)	100%
8/10	Sprint 2	Oscar (6 hrs/day)	80%
0/2	Sprint 3	Oscar (8 hrs/day)	0%

Figura 3: Estructura del Diagrama de Gantt (Pròpia).

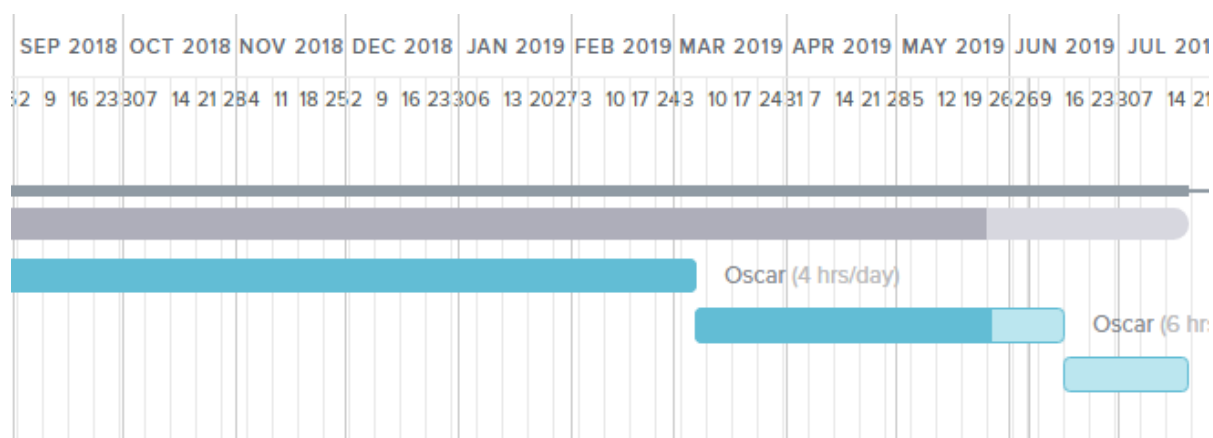


Figura 4: Diagrama de Gantt a finals del segon sprint (Pròpia).

En les imatges anteriors ([Figura 3](#) i [Figura 4](#)) es representa el seguiment de les tasques durant el període de duració estimat per al treball, com s'ha dit anteriorment, cada sprint inclou un conjunt de tasques les quals tenen assignada una durada en dies.

En les [Taula 2.1](#), [Taula 2.2](#) i [Taula 2.3](#) es pot apreciar cadascuna de les tasques amb la seva durada, sprint, prioritat i descripció corresponent. En la [Taula 2.1](#) apareix tot el relatiu al primer sprint, en la [Taula 2.2](#) el relatiu a l'sprint 2 i en la tercera taula ([Taula 2.3](#)) el que fa referència al tercer sprint i també el total aproximat d'hores emprades.

Aquesta ens ha servit per posar-nos una duració màxima de cada tasca i així poder avançar de forma continuada i no haver de córrer per realitzar cap tasca, és a dir, ens ha aportat organització durant la realització del projecte.

Sprint	Prioritat	Tasca	Durada
Sprint 1	Alta	Recerca sobre dispositius d'interacció natural.	7 dies
Sprint 1	Alta	Recerca d'eines de programació per a poder dur a terme el projecte.	3 dies
Sprint 1	Mitjana	Aprenentatge i entesa del funcionament de les eines i dispositius escollits.	7 dies
Sprint 1	Alta	Prototipat a paper de la UI.	8 dies
Sprint 1	Alta	Prototipat funcional de la UI.	20 dies
Sprint 1	Mitjana	Realització i documentació de les dades extretes del focus grup.	3 dies
Sprint 1	Mitjana	Documentació Sprint 1.	15 dies
<b>Total Sprint 1</b>	-	Duració total del primer sprint.	63 dies

Taula 2.1. Taula de la planificació de les tasques del sprint 1.

En la [Taula 2.2](#) hi ha la major part de la feina, ja que ha estat l'sprint on s'ha dut a terme un redisseny de l'aplicació i la implementació de la majoria de les funcionalitats.

Sprint	Prioritat	Tasca	Durada
Sprint 2	Alta	Primer disseny UI.	15 dies
Sprint 2	Alta	Funcionalitats UI.	8 dies
Sprint 2	Alta	Addició dels canvis del focus group.	15 dies
Sprint 2	Alta	Redisseny UI per adaptar-la al prototip d'aplicació.	20 dies
Sprint 2	Mitjana	Configuració de Nuitrack SDK i d'Orbecc Astra Pro.	4 dies
Sprint 2	Alta	Integració de la lectura del moviment gestual de les mans.	13 dies
Sprint 2	Baixa	Incorporació del control de versions de Github.	1 dia
Sprint 2	Baixa	Kanban actualitzat al nou projecte, en solitari, de Github.	3 dies
Sprint 2	Alta	Incorporació de noves opcions reconegudes dins del pool de gesticulacions identificables pel software i integració de les dues parts.	5 dies
Sprint 2	Mitjana	Documentació respectiva a l'Sprint 2.	8 dies
<b>Total Sprint 2</b>	-	Duració total del sprint 2.	92 dies

Taula 2.2. Taula de la planificació de les tasques del sprint 2.

Sprint	Prioritat	Tasca	Durada
Sprint 3	Alta	Preparar i realitzar l'avaluació d'usuaris	10 dies
Sprint 3	Mitjana	Finalitzar la memòria	12 dies
<b>Total Sprint 3</b>	-	Duració total del sprint 3	22 dies
<b>TOTAL ESPRINTS</b>	-	Duració total del projecte	177 dies

Taula 2.3. Taula de la planificació de les tasques del sprint 3.

En aquestes taules es representa la duració de cada tasca, la duració de cadascun dels sprints i per acabar la duració total del projecte. Ha estat de gran ajuda a l'hora d'organitzar-se el treball per tal de realitzar la feina de forma continuada i sense parar, això sí, en el segon sprint i el tercer són els que s'hi ha dedicat més temps diàriament perquè durant i el primer sprint i inicis del segon, s'estava duent a terme l'estada a l'empresa i he disposat de menys temps pel projecte.

### 1.6.1. Control de versions

El control de versions és una eina per gestionar les diferents etapes del teu desenvolupament i en aquest projecte s'ha integrat mitjançant git i fent ús de la plataforma GitHub per tenir accés al repositori i poder-lo manipular amb més facilitat i tenir-hi accés des d'altres ordinadors.

Es va crear un repositori [8] on se seguia l'estructura bàsica de tot projecte git, dit d'una altra forma, treballar en branques separades i la branca màster, només rep nous *commits*<sup>4</sup>, és a dir, només rep una actualització de fitxers quan es considera que aquests han d'estar en la versió definitiva del projecte.

A causa de les decisions preses (secció 4.2.), aquest repositori es va crear per separat del que es tenia anteriorment i per això, és més recent de l'esperat, ja que l'adient hagués estat crear-lo abans de l'inici del desenvolupament del projecte, és a dir, durant la fase de planificació.

<sup>4</sup> **Commits:** Es refereix a la idea de confirmar de forma permanent un conjunt de canvis que fins aquell moment eren considerats provisionals.



# Capítol 2. Les interfícies naturals

## 2.1. Les interfícies d'usuari

La definició formal d'interfície, en l'àmbit de la tecnologia, consisteix en “The user interface (UI) is everything designed into an information device with which a person may interact. This can include display screens, keyboards, a mouse and the appearance of a desktop. It is also the way through which a user interacts with an application or a website. The growing dependence of many companies on web applications and mobile applications has led many companies to place increased priority on UI in an effort to improve the user's overall experience.” [\[34\]](#)

Les interfícies han anat evolucionant al mateix ritme que la tecnologia. Per tant, han estat capaces de dur a terme canvis extraordinaris perquè han passat de no tenir en compte a l'usuari, al fet que aquest sigui el centre d'atenció per al desenvolupament d'una interfície i que aquesta s'avaluï respecte de l'experiència d'usuari i l'opinió d'aquest, ja que es valorarà que sigui fàcil d'utilitzar i intuïtiva, però també que el feedback que es rebí de l'usuari sigui positiu.

Per tant, una interfície d'usuari (UI), en la IPO, és el mitjà a través del qual la persona interactua amb una màquina, és a dir, que la persona sigui capaç de controlar les accions realitzades en la màquina i que quan rebí resposta (*feedback*), si la interfície està dissenyada correctament, aquesta li hauria de fer saber que l'acció s'ha dut a terme correctament i quins són els passos següents disponibles, en altres paraules, com ja he dit anteriorment, si està ben dissenyada, hauria de ser fàcil d'utilitzar i intuïtiva. Ressaltar que una interfície no usable, segueix sent-ne una i per tant, podem considerar interfície qualsevol element del nostre entorn amb el que es pugui interactuar.

A part de les qualitats de software com la usabilitat i l'experiència d'usuari, ressaltar que per crear una interfície s'ha de dur a terme un procés de disseny anomenat User Interface Design [\[24\]](#), el qual consisteix en crear la part visual de la interfície assegurant-se de que sigui fàcil i intuïtiva mitjançant el prototipat i anàlisis de diverses versions. Aquesta tasca sempre es fa tenint en compte l'usuari al que va enfocada l'aplicació per la qual fem la interfície.

Una altra part important, en la creació d'una interfície, és la d'implementació de les funcionalitats mitjançant les quals el programador implementa la interfície en base al disseny

realitzat prèviament. Aquesta feina dóna com a resultat un producte que entregar al client corresponent després de que aquest hagi estat testejat.

Molta gent pensa que el terme interfície només engloba l'entorn de les aplicacions per als múltiples dispositius. No obstant això, desconeixen que existeixen interfícies que només contenen *hardware* i aquestes també són considerades com a tal, perquè la persona que les fa servir interactua amb elles, com per exemple, un objecte que tothom en té almenys un a casa seva, en aquest cas es parla d'una rentadora com la de la [Figura 5](#), ja que els botons pels quals es tria quin mode posar-li i totes les altres opcions de les quals disposa, són, ni més ni menys, que una **hardware interface**.



Figura 5: Hardware Interface d'una rentadora. (Editada d'una imatge d'una rentadora de Google Imatges ([Imatge Rentadora](#))).

Per altra banda, tenim les **software interface** que són les destinades a entregar informació dels processos que succeïxen dins de la màquina, com per exemple, representació de dades en temps real. Tot i que aquest concepte té una definició molt variada, la que he trobat més correcta i adient ha estat l'especificada, ja que en molts casos es definia com la interacció entre una persona i una màquina mitjançant l'ús de perifèrics (ratolí, teclat, etc.). Aquesta última definició és errònia perquè aquest tipus d'interfícies s'anomenen **software-hardware interfaces**. A part d'aquestes interfícies, n'hi ha més tipus a causa que la tecnologia evoluciona i la interacció amb les interfícies també ho fa, d'aquesta evolució en la interacció se'n parlarà a continuació.

## 2.2. Evolució de les interfícies

Moltes coses han anat canviant durant el pas del temps, una de les quals ho ha fet més i amb més rapidesa ha estat la tecnologia. Dins d'aquest àmbit, les interfícies han evolucionat paral·lelament amb els ordinadors, ja que és gràcies a aquestes que els usuaris podem interaccionar amb la màquina.

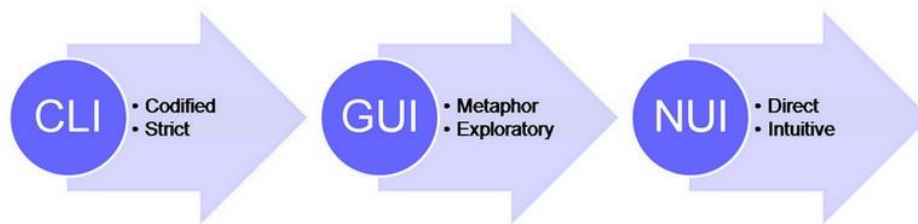


Figura 6: Evolució Interfícies (<https://www.interaction-design.org/literature/article/natural-user-interfaces-what-are-they-and-how-do-you-design-user-interfaces-that-feel-natural/>).

A continuació se'n destacaran els tipus més importants en ordre cronològic (alguns d'ells apareixen a la [Figura 6](#)):

- **Command interface (CLI).** Va ser dels primers tipus d'interfície que va existir, ja que s'utilitzava únicament amb el teclat perquè encara no existia el ratolí. Consistia en el que ara anomenen terminal, doncs, així s'interactuava amb les màquines abans, dit d'una altra forma, està constituïda per un fons negre i dintre seu text blanc, tot i que, els colors són molt relatius, ja que actualment es poden personalitzar. Aquest tipus d'interfícies han evolucionat i ara s'anomenen **interfícies de text**.

Els avantatges d'aquest tipus d'interfícies són:

- Requereixen pocs recursos per implementar-les.
- Una persona experimentada té molta facilitat en utilitzar-les.
- Es poden recordar les comandes.

Els desavantatges són majors que els avantatges en aquest cas i aquests són:

- A una persona sense experiència en aquest tipus d'interfícies li costaria molt aprendre a utilitzar-les.
- Necessiten normalment d'un manual o d'una opció "help" per tal de poder saber com es fa servir una comanda o quines opcions té aquesta.
- No conté elements visuals a destacar.

- **Menu interface (MUI).** Aquest tipus d'interfície permet la interacció amb una màquina (ordinador o dispositiu) fent un pas a través d'una sèrie de menús o pantalles.

Un exemple seria un dispositiu com el de la [Figura 7](#), el qual mitjançant una sèrie de menús et permetia triar entre una estructura de carpetes la música que tu volies, tot i que primer l'havies d'afegir a la memòria de l'aparell.

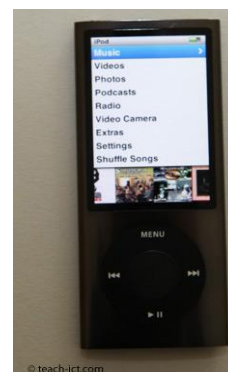


Figura 7: Reproductor de Música  
(<https://www.teach-ict.com/>).

Aquest tipus d'interfícies no han de ser visuals de manera obligatòria, ja que, també es poden dur a terme mitjançant trucada telefònica, és a dir, només audició. Un exemple molt comú en la vida quotidiana, seria quan es truca a una companyia telefònica i sol·licita: premeu 1 per A, premeu 2 per B o premeu 3 per C.

L'avantatge principal d'aquest tipus és que són molt senzilles d'utilitzar, si està ben dissenyada, només cal seguir les opcions que es volen per accedir a l'apartat que es vulgui, ja que en clicar en una opció del menú, se n'obre un altre amb opcions diferents.

Per altra banda, en ser una interfície tan simple, si està mal dissenyada, pot causar greus problemes, entre els quals hi ha el no saber en quin punt de l'aplicació s'està i el fet de desconèixer que s'està fent.

- **Graphical user interface (GUI).** És dels tipus d'interfície més utilitzats en l'actualitat i es basa en un disseny d'icones i indicadors visuals amb les quals s'interactua mitjançant dispositius d'entrada, comunament, tenen un disseny orientat a l'ús amb teclat i ratolí.

Partint del fet que s'ha dut a terme un bon disseny de la interfície, els avantatges són els següents:

- Si està ben dissenyada, és fàcil d'utilitzar i d'entendre.
- Són accessibles per a qualsevol nivell de coneixements, des de novell fins a expert.
- *Feedback* instantani.

El principal desavantatge és l'alt consum de recursos, però amb la tecnologia de la qual es disposa avui dia, no hauria de ser un problema.

- **Voice acuated interface (VUI).** Tipus d'interfície basat en la interacció per reconeixement de veu. Aquest tipus s'està fent molt popular, ja que grans empreses han creat aparells que ho permeten o si més no els han integrat als nostres dispositius, per exemple, Siri (exclusiu de productes Apple), Cortana, Google Assistant, Alexa (Dispositiu, creat per Amazon, que reconeix la veu i actua en conseqüència). Gràcies a aquests dispositius, s'han començat a crear interfícies basades en el reconeixement de veu. Tot i això, s'està investigant com millorar-les.

El major dels avantatges és que només necessitem un dispositiu amb micròfon per interactuar-hi o un dispositiu de reconeixement de veu (processat de llenguatge natural) com els mencionats anteriorment.

El inconvenient és que en l'actualitat encara només disposen de funcionalitats limitades i per tant no tenim total llibertat d'actuació.

Destacar que aquest tipus d'interfície es un subtipus de *natural user interface (NUI)*, ja que no fa contacte amb cap dispositiu d'entrada sino que utilitza la veu per comunicar-se amb la màquina.

A part d'aquestes, també tenim un tipus d'interfície innovador com són les natural user interfaces, ja que són un dels tipus que no necessita cap dispositiu d'entrada per interactuar amb la màquina perquè amb una càmera que detecti els moviments de la persona, ja n'hi ha prou. La que destacarem més a causa del tipus de projecte que es realitza són les del tipus interfície natural.

Tot i haver anomenat els tipus principals d'interfícies també n'hi ha de no tan coneguts com les **interfícies cervell-ordinador**<sup>5</sup>, les **interfícies d'usuari tangibles**<sup>6</sup> i no ens oblidem de les **interfícies de realitat virtual (VR)**<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> **Interfície cervell-ordinador:** [Interfície Cervell-Ordinador](#) (10/04/2019)

<sup>6</sup> **Interfície d'usuari tangible:** [Interfície d'usuari tangible](#) (15/04/2019)

<sup>7</sup> **Interfície de realitat virtual:** [Interfície VR](#) (01/05/2019)

Tal com s'ha especificat anteriorment, la interfície a estudiar amb més profunditat és la natural i això es durà a terme en el següent punt.

## 2.3. Què és una interfície natural?

Bill Gates, cofundador de Microsoft, defineix interfície de la següent forma: - *“Until now, we have always had to adapt to the limits of technology and conform the way we work with computers to a set of arbitrary conventions and procedures. With NUI, computing devices will adapt to our needs and preferences for the first time and humans will begin to use technology in whatever way is most comfortable and natural for us.”* [\[44\]](#)

Aquesta tipologia d'interfície és juntament amb la de cervell-ordinador, de les més noves que existeixen actualment. Pel que fa a la interacció cervell-ordinador, en un futur s'hauria d'afegir a la [Figura 10](#), ja que ambdues van néixer com a alternativa a les interfícies convencionals, les CLI i les GUI, tot i que, ara com ara encara no s'han consolidat ni molt menys superat a les que s'ofereixen com a alternativa.

Definir una interfície natural és difícil però, si s'hagués d'explicar què és una interfície d'aquest tipus, la definició es centraria en què és la interacció directa i consistent en un entorn quotidià, és a dir, interactuar amb aquest tipus d'interfícies no ha de resultar gens difícil a l'usuari perquè seria com si aquest estigués fent els moviments que fa normalment però per interactuar amb el dispositiu a través de la interfície natural. Aquesta facilitat i naturalitat de la interacció són un dels principals avantatges de les NUIs, ja que poden fer servir un gran ventall de d'habilitats bàsiques de les persones per a interactuar, en canvi, les més tradicionals interactuen amb la interfície mitjançant perifèrics, majoritàriament, ratolí i teclat.

Per altra banda, tal com es deia al paràgraf anterior, les NUI haurien d'imitar els moviments que duen a terme les persones en la seva vida quotidiana tenint una correlació directa entre l'acció de l'usuari i la reacció de la interfície natural. Mencionar que segons *Joshua Blake* la interacció directa es divideix en tres parts, les quals són [\[44\]](#):

- **Directitud** (*directness*). Aquesta part significa que l'usuari està físicament a prop de “tocar” la NUI amb la qual interacciona, que les accions NUI es produeixen al mateix temps que les accions de l'usuari o que els moviments d'elements de la NUI segueixen els moviments de l'usuari.
- **Interacció d'alta freqüència** (*High-frequency interaction*). Consisteix en un moviment constant de l'acció i reacció entre l'usuari i la NUI. Aquesta part imita les activitats que

constantment rebem *feedback*, com per exemple, la velocitat, la temperatura, etc. Si seguim les guies per crear directitud acabarem assolint aquest tipus d'interacció, ja que l'usuari podria veure constantment la conseqüència directa de les seves accions.

- **Interacció contextual** (Contextual interaction). Part emprada per evitar que l'usuari es colapsi en interaccions d'alta freqüència, s'han d'incloure interaccions contextuais. Enlloc de mostrar totes les opcions alhora, la NUI hauria d'ensenyar en una primera vista, la informació més rellevant per la interacció actual de l'usuari.

Ressaltar que sovint la gent pensa que si utilitzen només interacció gestual, la interfície d'usuari ja serà natural. No obstant això, hi ha gests que també formen part de les interfícies gestuals, com l'ús de 4 dits lliscant cap a la dreta o esquerra un iPad, que requereixen un previ aprenentatge perquè no són naturals en les persones, a causa que es necessita entendre el sistema subjacent. A continuació s'explicarà com dissenyar una interfície natural i quins principis de disseny s'han de seguir per tal de realitzar-ho.

## 2.4. Disseny d'una interfície natural

Primer que tot, abans d'explicar com dissenyar una NUI, s'ha de saber que aquestes han d'adaptar-se a l'usuari en un context determinat on aquesta persona en faci ús i així s'aconsegueix que se senti natural per a aquesta persona. Es duu a terme d'aquesta manera perquè dissenyar i implementar interfícies que se sentin naturals per a tots els usuaris, és una tasca molt complexa i per tant, com ja s'ha dit anteriorment, es dissenyaran centrant-se en el disseny per a usuaris específics i també es valorarà el context.

Ressaltar que segons *Joshua Blake*, hi ha 4 directrius a seguir per dissenyar NUIs i aquestes són:

- **Expert instantani (Instant Expertise)**. Consisteix en el fet que quan es dissenya una NUI, s'hauria d'aprofitar les habilitats que ja tenen els usuaris perquè d'aquesta forma s'estalvien el procés d'aprenentatge. Per altra banda, un cop els usuaris s'adonin de quines habilitats estan utilitzant, poden agafar avantatge d'aquest fet i de les habilitats de les quals disposen per interactuar amb la NUI. Hi ha dues formes de dissenyar una NUI que compleixi aquest fet:
  - **Reutilitzant habilitats comuns**. Aquestes fan referència al que tothom sap fer. L'avantatge de dissenyar una NUI la qual empri habilitats comuns rau en el fet

que no has de pensar massa en els usuaris als quals va enfocada, ja que podem assumir que la majoria d'usuaris tindran aquestes habilitats perquè són éssers humans.

- **Reutilitzant habilitats d'un context específic.** Aquesta forma fa referència a les habilitats d'un grup específic d'usuaris i per tant, s'assumeixen certes capacitats per part dels usuaris, això fa que als usuaris d'aquest perfil els sigui més fàcil interactuar amb la interfície.

Cal saber que es recomana, quan sigui possible, reutilitzar habilitats humanes comunes sempre que es pugui.

- **Aprentatge progressiu (*Progressive learning*).** Per tal d'aconseguir complir aquesta directriu, s'ha d'exposar un camí d'aprenentatge clar per als usuaris, que els permeti començar amb les habilitats bàsiques i progressar una mica en cada pas. Cal destacar que no se'ls ha d'atabalar amb massa opcions els primers cops que aquests interactuen amb la interfície. Per altra banda, si per als usuaris novells un camí d'aprenentatge progressiu és important, per als usuaris experts aquest no n'és tant. Aquests usuaris amb més experiència han de ser capaços de fer ús de les habilitats que tenen, ja que si se'ls obliga a recórrer un llarg camí d'aprenentatge, quedaran frustrats.
- **Interacció directa (*Direct interaction*).** S'ha considerat també un apartat a tenir en compte a l'hora de explicar que és una NUI i per tant, l'explicació d'aquest punt està continguda en la secció anterior ([2.3.](#)). No obstant això, descriure aquest terme de forma breu, consisteix en la correlació directa entre l'acció de l'usuari i la reacció que fa la NUI respecte aquesta a mode de resposta (imitació de la interacció que realitza l'usuari de forma quotidiana).
- **Càrrega cognitiva (primerament emprar capacitats innates i habilitats simples) [*Cognitive load*].** Al ser interfície que es basen en que l'usuari utilitzi moviments de la vida quotidiana i per tant, cerquen evitar que els usuaris trobin la interacció difícil, és a dir, que no es vol que s'hagin de quedar pensant molta estona sobre com interactuar amb la interfície. Per assegurar que la càrrega cognitiva és mínima, s'ha de dissenyar la interfície de forma que l'usuari primer apliqui els coneixements i habilitats bàsiques durant la interacció. Al mateix temps, aquest fet provocarà que la interfície sigui fàcil d'utilitzar i d'aprendre a fer servir.



Arrel del que s'ha explicat en les seccions anteriors ([2.3.](#) i [2.4.](#)) una NUI és una interfície d'usuari que es sent natural d'utilitzar perquè s'adapta a les habilitats i al context de l'usuari. Seguidament s'esmentaran les 4 pautes per a dissenyar NUIs correctament. [\[44\]](#)

1. La NUI ha d'aprofitar les competències i coneixements existents dels usuaris.
2. Les NUI haurien de tenir un camí d'aprenentatge clar i permetre que tant els usuaris novells com els experts puguin interactuar de manera natural.
3. La interacció amb una NUI ha de ser directa i s'adapta al context de l'usuari.
4. Sempre que sigui possible, haureu de prioritzar l'aprofitament de les habilitats bàsiques de l'usuari.

## 2.5. Dispositius i treballs relacionats

Actualment no s'està sent conscient de que ja existeixen elements d'interacció natural en el nostre dia a dia, com són els altaveus intel·ligents amb un assistent integrat (Alexa [\[46\]](#), Google Home [\[47\]](#), Siri [\[48\]](#)). També ho són la popular càmera d'interacció natural (Kinect [\[36\]](#)) i l'iPad d'Apple [\[49\]](#).



Figura 8: Altaveus intel·ligents (<https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20181024/452530941735/amazon-echo-google-home-apple-homepod.html>)

Els altaveus intel·ligents ([Figura 8](#)) són considerats interacció natural perquè parlar és una habilitat comú que tenim gairebé tots els humans. Per altra banda, l'iPad és considerat interacció natural per la seva funcionalitat de fer lliscar la pantalla amb un dit tal com es faria a la vida quotidiana. La càmera Kinect, és capaç de captar interacció basada en moviment,

un subtipus de interacció natural i per tant, és un dispositiu relacionat amb aquest tipus d'interacció.

Per altra banda, tenim publicacions de treballs relacionats, una d'elles s'aplica al camp de la medicina i fa ús d'aquesta interacció per a la rehabilitació ([Figura 9](#)). Consisteix en dir-li a l'usuari que faci una posició determinada i comprovar si la posició de l'usuari i la que se li ha mostrat per pantalla són la mateixa, és a dir, que l'usuari està fent la posició correctament [\[1\]](#). L'altra part consisteix en utilitzar la interacció basada en moviment per a una millor rehabilitació de les persones, detectant que el moviment que se'ls hagi manat fer que el facin correctament [\[21\]](#).



Figura 9: Rehabilitació fent ús de Kinect (<https://www.hobbsrehabilitation.co.uk/sensor-based-neurotechnology-virtual-reality-vr>)

A part de la medicina, també s'ha aplicat a la robòtica per tal de controlar un robot mitjançant la interacció natural [\[45\]](#).

# Capítol 3. La interacció amb les interfícies

## 3.1. Evolució de la interacció

Des dels inicis de la informàtica, les interfícies han estat presents en qualsevol de les eines, aplicacions o programes creats i utilitzats. Per arribar a les interfícies d'avui dia, han passat molts anys i han passat per moltes millores, sobretot, reitero, la millor de totes ha estat basar-se en l'usuari per a pensar i desenvolupar les interfícies.

Considero que aquesta decisió ha aportat una millora substancial pel que fa a que qualsevol persona sigui capaç d'utilitzar un programa i aquest sigui de fàcil ús i, destacar, que l'experiència de l'usuari sigui positiva, això implica que no senti fatiga mentre l'utilitza, que se senti còmode i que sàpiga en tot moment com actuar envers la interfície.

Durant l'evolució de les interfícies es poden diferenciar diversos estils d'interacció, però, es destacaran els que apareixen en la [Figura 10](#), ja que han estat els estils d'interacció que més impacte han tingut o estan tenint.

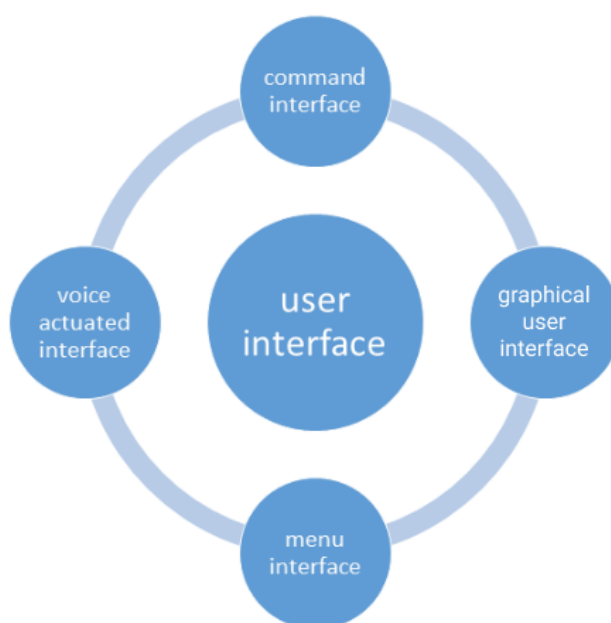


Figura 10: Estils d'interacció que predominen avui en dia (<https://medium.com/> (Editada per mi)).

A part dels estils d'interactuar ([Figura 10](#)), en l'actualitat també disposem de diversos paradigmes d'interacció, ja que amb l'evolució de la tecnologia han anat sorgint noves formes

mitjançant les quals les persones interactuen amb les màquines. La més predominant és la interacció amb dispositius mòbils, ja que aquests últims anys s'ha anat imposant sobre la que ho havia estat la interacció en ordinador.

Considerant els canvis soferts en el paradigma d'interacció, és necessari explicar de forma més concreta en què consisteixen els dos tipus especificats al paràgraf anterior i algun altre també important però encara en creixement. [\[12\]](#)

- **Interacció tradicional.** Actualment, es pot dividir en dos àmbits com són la interacció tàctil i la interacció amb teclat i ratolí. Tot i aquesta divisió, aquest tipus d'interacció és el més còmode per als usuaris, ja que és a la que estan acostumats i també és en el tipus d'interacció per la qual es desenvolupen les aplicacions d'avui en dia.

La interacció tàctil es basa en aplicar contacte sobre una pantalla que és capaç de transformar aquest contacte en accions dins de la màquina, s'anomena pantalla tàctil per aquest motiu, perquè detecta el tacte i actua envers aquest. Com ja he dit abans, aquesta interacció es la que predomina en la societat actual.

Per altra banda, la interacció amb teclat i ratolí també és una de les predominants actualment, sobretot si parlem d'ordinadors de sobretaula, i, consisteix en la interacció mitjançant perifèrics d'entrada, normalment, un ratolí i un teclat, i la interfície corresponent. S'hi interactua mitjançant el clic del ratolí o si és CLI només farem ús del teclat ([Figura 11](#)).

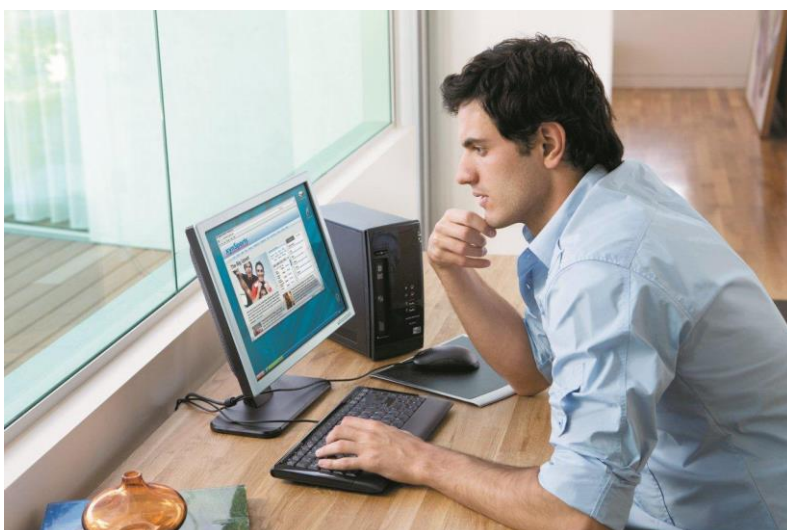


Figura 11: Interacció clàssica amb un ordinador (<https://planetared.com/wp-content/uploads/2018/07/como-saber-quien-usa-el-pc.jpg>)

- **Realitat augmentada.** Aquest paradigma consisteix en la interacció d'un dispositiu, normalment, mòbil mitjançant el qual pots aplicar elements creats per l'ordinador sobre una realitat "fictícia" (Figura 12). Exemple, el joc de mòbil Pokémon GO<sup>8</sup>.

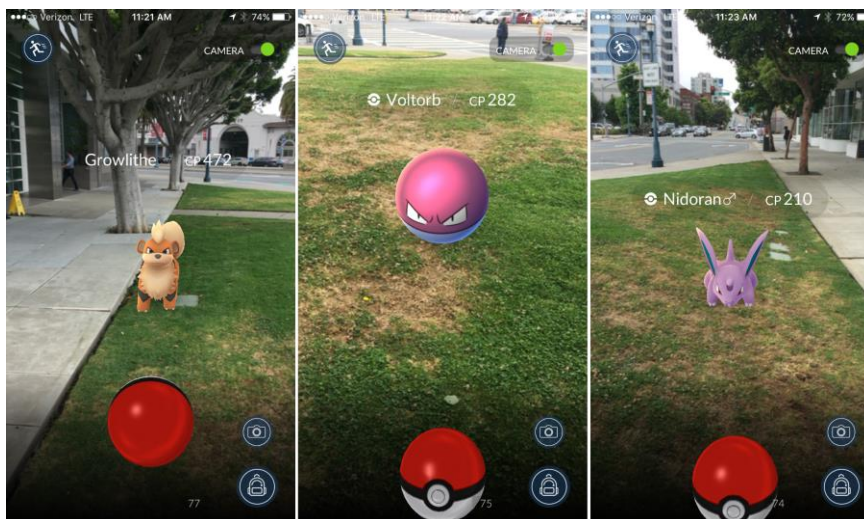


Figura 12: Pokémon Go, realitat augmentada (<http://dauapps.com/wp-content/uploads/2016/07/pokemon-go-nickstatt-screenshots-1.0.jpg>)

- **Interacció basada en moviments.** Aquest tipus d'interacció consisteix en realitzar accions sobre una màquina mitjançant moviments. Per això cal tenir un software i hardware que s'adaptin i ho acceptin.
- **Interacció basada en el seguiment dels ulls.** Aquesta forma d'interactuar es basa a representar el seguiment dels ulls amb el cursor, de tal forma que el siguin els ulls els que marquin on és moure el cursor i indiquen el clic amb el parpelleig forçat d'ulls. Necessita una càmera capaç de detectar i captar aquesta informació. [35]

En el paradigma del nostre projecte, el tipus d'interacció amb la qual es tractarà és la interacció basada en moviments, ja que, com s'ha dit amb anterioritat, s'avaluarà aquest tipus de tecnologia.

<sup>8</sup> **Pokémon GO Trailer:** [Trailer](#) on pots veure la realitat augmentada funcionant. Tota la interacció que es veu transparent es realitza des de l'aplicació del mòbil.



## 3.2. Interacció natural

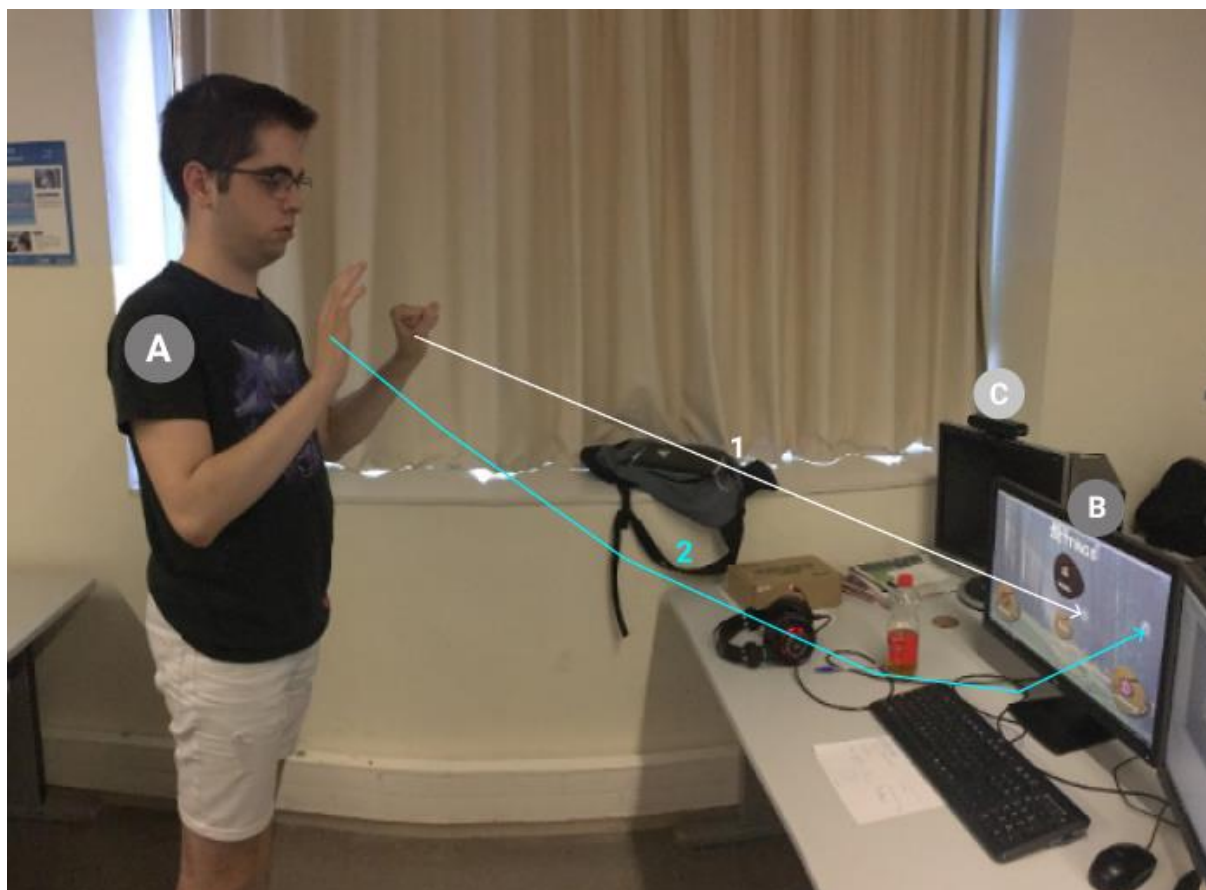
Endinsant-nos en el món de les NUI, trobem que les basades en moviments, han tingut el seu moment de llum amb la consola Xbox, ja que es podia incorporar una càmera de captació de moviment (Kinect). Aquest aparell va sortir de cara al públic amb la intenció de revolucionar el mercat, però, no va triomfar. Tot i això, la gent hi va veure vida útil més enllà dels videojocs, com eina per a elaborar nous tipus d'aplicacions que poguessin arribar a punts on les altres no arribarien mai.

Per exemple, la captació de posicions per saber si s'està realitzant bé un moviment o no, si aquesta opció l'apliquem al món de la rehabilitació [\[1\]](#), podria arribar a provocar beneficis inimaginables. Tot i això, aquesta i múltiples opcions s'estan investigant actualment per poder-les aplicar de forma segura en entorns reals.

La interacció natural sobre una interfície, és un tipus d'interacció no invasiva perquè no es necessita que l'usuari es col·loqui res. A més a més, el seu funcionament es basa en l'acció-reacció, és a dir, que l'usuari mitjançant les habilitats de les quals fa ús en la vida quotidiana sigui capaç de moure per la interfície i interactuar amb aquesta. Per aconseguir un dels tipus d'interacció natural és necessita un dispositiu que capti el moviment del cos amb un software capaç de comunicar el dispositiu amb l'ordinador i un ordinador amb una aplicació creada per a fer servir amb aquestes tecnologies. Per tal de clarificar l'explicació sobre les interfícies naturals, es comentaran els exemples d'interfícies que habitualment s'anomenen *NUI* (natural user interface):

- **Perceptive Pixel.** Aquest exemple consisteix en un tipus d'interfície basat en una gran pantalla sobre la qual s'interactuarà fent ús del tacte de diferents formes i tenint en compte diferents gesticulacions. [\[50\]](#)
- **Voice User Interfaces.** Aquest exemple consisteix en interaccionar mitjançant el reconeixement de la parla o el reconeixement de la veu, com per exemple, la Siri d'Apple [\[47\]](#), Google Now [\[51\]](#) o OK Google [\[52\]](#).
- **Xbox Kinect.** Dispositiu que permet una interacció natural basada en els moviments de l'usuari i sense necessitat de contacte físic. [\[39\]](#). S'ha aplicat en àmbits diferents al dels videojocs, com per exemple, la rehabilitació [\[1\]](#) o en el projecte actual. Tot i que en aquest últim, s'ha aplicat fent ús d'un altre dispositiu diferent però que empra un software similar [\[16\]](#).

Tal com es comentava en l'últim exemple d'interfície natural, el projecte realitzat fa ús d'aquesta tecnologia i a continuació s'explicarà el seu funcionament mitjançant un exemple del projecte actual ([Figura 13](#)).



*Figura 13: Interacció natural amb l'aplicació (Pròpia).*

En la [Figura 13](#) es pot observar la interacció que realitza l'usuari ([Figura 13A](#)) fent el moviment amb la mà i l'acció que succeeix al sistema, en aquest cas, la mà de la UI, pantalla de l'ordinador, ([Figura 13B](#)) es tanca perquè l'usuari està tancant la seva, tal com representa la fletxa blanca ([Figura 13-1](#)). En canvi, té l'altra mà oberta i per tant, no succeeix res, tal com representa la fletxa cyan ([Figura 13-2](#)). Tot això es pot dur a terme gràcies a la càmera que capta els nostres moviments ([Figura 13C](#)).

Encara que les interfícies NUI semblin un nou món també tenen les seves mancances, ja que en alguns casos aquestes no es poden fer servir. Per exemple, quan volem fer una aplicació per escriure, és molt ineficient utilitzar interacció natural, almenys de moment. [\[2\]](#)

### 3.3. Interacció basada en moviments

Aquest tipus d'interacció està dins de la interacció natural i consisteix en la captació dels moviments realitzats per l'usuari mitjançant una càmera 3D i un software capaç de facilitar-nos la feina i que a més a més, si tant sensor com software són capaços de captar les gesticulacions que s'han realitzat, això incrementarà exponencialment el valor de l'explicació realitzada amb aquells elements i augmentarà les possibles aplicacions a dur a terme i el contingut d'aquestes.

Destacar que aquestes interaccions, en moltes ocasions i concretament, en el cas d'aquest treball, permeten que l'usuari faci ús de moviments quotidians, que coneix prèviament i per tant, no ha d'aprendre, permetent així, disminuir l'esforç cognitiu d'aprenentatge, que s'exigeix en altres ocasions.

Aquesta captació dels moviments que duu a terme el sensor serà suficient per provocar el *feedback* entre usuari i aplicació.

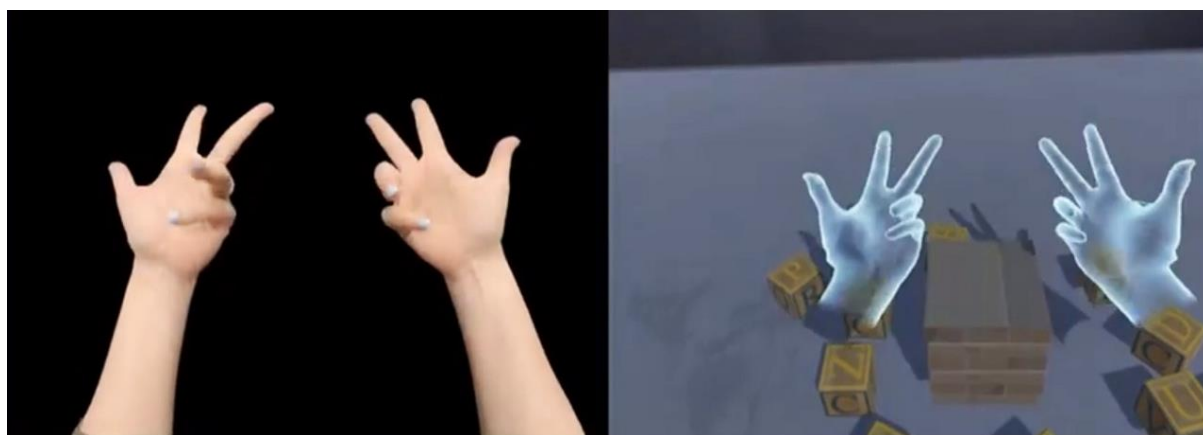


Figura 14: Mostra la captura de les gesticulacions dutes a terme per l'usuari (<https://www.roadtovr.com/oculus-claims-breakthrough-in-hand-tracking-accuracy/>)

En la [Figura 14](#) es pot apreciar aquest *feedback instantani* el qual es veu reflectit en l'aplicació (part dreta de la imatge). Aquest fet demostra un dels punts forts d'aquesta interacció, que tot i ser sense cap dispositiu d'entrada, segueix sent instantània.

Sabent això, podem afirmar que aquest tipus d'interacció permet a l'usuari controlar la interfície amb gran varietat de gesticulacions i moviments. Aquesta varietat pot ser analitzada per a actuar segons l'acció, gesticulació o moviment utilitzat i així crear una lògica en l'aplicació sobre la qual s'interactuarà.



També emfatitzar que podem enregistrar la posició d'aquest element en l'aplicació sense cap mena de problema, ja que és com si fos un element més al qual si li ha aplicat unes llibreries específiques perquè actuï d'acord a la càmera. Aquest element o elements seran sobre els que s'actuarà i aplicaran tot el desenvolupament relacionat amb anàlisis de moviments, gesticulacions i accions.

Aquest tipus d'interacció, actualment, es duu a terme gràcies als dispositius que capten els moviments i el cos humà els quals s'explicaran a través d'un estudi realitzat en l'apartat de desenvolupament.

# Capítol 4. Desenvolupament

## 4.1. Estructuració del desenvolupament

El desenvolupament de l'aplicació consta de dos projectes, un dels projectes consisteix en la creació d'una escena 3D en la qual es pugui interactuar naturalment amb un objecte 3D, és a dir, moure'l, agafar-lo i, com a objectiu final, modelar la forma d'aquest. Aquest projecte el dur a terme en Marc Viladegut i es realitza de forma independent a aquest, però vinculada, a causa d'una decisió d'organització ([Secció 4.2.2](#)).

Per altra banda, l'altre projecte, que serà presentat per en Òscar López, consisteix en la creació d'una interfície amb la qual s'interactuarà de forma natural, però, a més a més, d'aquesta part també s'inclou la integració dels dos projectes en un de sol i l'avaluació corresponent.

Ens centrarem en l'explicació de com s'ha estructurat el desenvolupament del projecte de la interfície. Aquest projecte està dividit en tres iteracions, les quals en cadascuna d'elles trobem la fase d'anàlisi, la de disseny, la de desenvolupament i la d'avaluació. Es tracta d'una estructura basada en un model de disseny centrat en l'usuari (DCU), és a dir, que tot el que s'implementi serà d'acord amb l'usuari.

Per a realitzar el projecte s'ha tingut en compte un context basat en el fet que l'evolució de la interacció ens ha permès crear aplicacions amb les quals l'usuari pugui interactuar amb moviments quotidians que no necessiten cap mena de procés cognitiu.

A part del context també s'ha avaluat cap a quina tipologia de perfil d'usuari es vol fer arribar l'aplicació. Aquesta tipologia consisteix en un usuari que sigui capaç d'utilitzar sense problemes les extremitats superiors del cos. Tot i això, en un futur es podria arribar a aplicar-ho amb finalitats esportives, mèdiques, etc.

Destacar també que es fa aquesta estructuració perquè el projecte girarà al voltant dels usuaris perquè es considera que una aplicació no és adequada si no reporta un feedback positiu per part de l'usuari i, a més a més, és fàcil d'utilitzar i intuïtiva. Per tal d'aconseguir aquest *feedback* es realitza un *focus group* i una avaluació d'usuaris abans de finalitzar el projecte.

## 4.2. Decisions del projecte

Durant tot el projecte s'han anat prenent decisions que han influenciat al desenvolupament d'aquest. Les decisions preses han estat de caràcter organitzatiu, tècnic o de disseny.

Destacar sobretot la influència de les decisions de disseny preses en l'altre projecte, ja que condicionaven el disseny d'aquest de forma directa perquè si no, semblarien formar part d'un projecte major, ja que tindrien disseny totalment diferent.

### 4.2.1. Decisions tècniques

- **Utilitzar Nitrack SDK, Unity i Orbbec Astra Pro.** Aquestes decisions s'han anat explicant als apartats relatius a cadascun dels elements (Nitrack SDK (Secció [4.3.1.1.2.2.](#)), Unity (Secció [4.1](#)), Orbbec Astra Pro (Secció [4.3.1.1.3.](#))).
- **Necessitats específiques de *hardware* i *software*.** Es va requerir un ordinador que tingués unes especificacions de hardware mitjanes per tal de poder dur a terme el projecte amb fluïdesa. També es tenia preferència pel sistema operatiu Windows 10 perquè s'estava segur que tots els elements escollits fins a la data funcionaven perfectament en aquest sistema operatiu.

### 4.2.2. Decisions d'organització

Aquesta part inclou exclusivament una decisió molt important que ha estat presa, pels tutors, durant el desenvolupament. En un principi, s'hi havia de realitzar un treball de final de grau conjunt dut a terme per en Marc Viladegut i jo, l'Òscar López, però per motius de càrrega de treball, les dues parts es van separar i es va decidir realitzar un projecte conjunt però cadascú faria el seu projecte independent. La principal causa ha estat el distanciament en el desenvolupament d'ambdós projectes. No obstant això, mai s'havia de perdre la relació i comunicació amb l'altre projecte perquè com ja he dit al principi, són dos projectes creats a partir de la divisió d'un projecte de major dimensió. Així és com es va deixar de fer el projecte en paral·lel i es va començar a dur a terme cadascú pel seu compte i per tant, en Marc duria a terme la part de l'aplicació 3D i l'Òscar realitzaria la interfície, la integració dels dos projectes en un únic desenvolupament i també planejaria i executaria una avaluació completa d'usuaris.

### 4.2.3. Decisions de disseny

D'aquest tipus de decisions, se n'hi han pres diverses:

→ **Canvi de disseny respecte al prototip funcional.**

Es va dur a terme un disseny utilitzant Unity GUI, per tal de dur a terme la primera aproximació d'interfície, ja que el disseny que s'havia dut a terme en el prototipat funcional no mantenia el format en totes les pantalles i als usuaris no els va agradar com estava dissenyat.

→ **Redisseny de la UI, adaptant-se a la temàtica de l'altre projecte.**

Es va realitzar un canvi global del disseny per tal de garantir una semblança amb l'altra part del projecte.

Aquest canvi global va consistir a crear diversos dissenys per als botons de la interfície i en una cerca exhaustiva d'icones per aquests botons. Tot i que, també es va haver de crear alguna icona o algún element extra perquè tot quedés millor.

Arran d'aquest canvi, es va endarrerir tota la resta del desenvolupament perquè tot i semblar un canvi simple, va ser el causant d'un aprenentatge extra en eines de disseny com Photoshop CS6, AdobeXD i AnimatorCC. Tot i això, es va decidir també que a part de redissenyar la interfície, s'havien d'afegir animacions que provoquessin una sensació de sorpresa i que fessin que l'usuari se senti més agradable interactuant i visualitzant-ho i alhora s'apreciï una interfície més elaborada.

→ **Canvi de la música de l'entorn.** Es van provar diverses músiques de fons i al final es va decidir ficar una música relaxant japonesa perquè es va considerar la més adient. Aquesta música és sense copyright, ja que així evitem problemes legals.

→ **Addició d'un *timer* per controlar els clics, un cop integrada la lectura de moviments gestuals de les mans.** Un cop es va provar la interacció natural amb la UI creada mitjançant les mans i la detecció de gesticulacions, es va detectar que no hi havia control sobre el clic realitzat d'aquesta forma i per tal d'evitar múltiples clics, es va afegir un *timer* que ho controlés.

→ **Canviar el desplegable de resolucions i la funcionalitat associada.** Decisió presa arran de la integració basada en moviments, ja que aquesta té dificultats per tal de

clicar en un dropdown (desplegable) i per tant, es va decidir canviar-lo per una nova pantalla amb 4 opcions de resolució.

→ **Canvi en la interfície, addició d'una nova pantalla intermitja per gestionar les opcions de vídeo.** A causa dels canvis que la integració basada en moviments havia provocat en la interfície, es va decidir adaptar-la creant una nova pantalla per cada grup d'opcions, és a dir, una per la resolució i *fullscreen* i una altra per la qualitat gràfica i així obtenint més espai per interactuar amb les diverses funcionalitats. Cada pantalla de gràfics i resolució tindrà el seu propi botó de *default* i de *restart*. Aquest canvi massiu, suposarà canvis en la implementació de funcionalitats com el canvi de resolució i en la funcionalitat de traducció.

## 4.3. Desenvolupament del projecte

En aquest capítol s'explicarà cadascuna de les iteracions amb les quals s'ha dividit el projecte i les tasques que s'han dut a terme en cadascuna d'elles. El projecte es va dividir en dues parts, una d'elles es centra en el desenvolupament d'una aplicació 3D utilitzant Unity la qual serà interaccionada de forma natural i té com a objectiu final modificar la forma d'un objecte 3D.

No es farà més èmfasi en aquesta part, ja que aquest projecte no tracta el seu desenvolupament tot i tenir un alt nivell de relació amb aquesta.

L'altra part del projecte consisteix en la creació d'una interfície amb la qual interactuï mitjançant interacció basada en moviments i gesticulacions. També es realitzarà la integració d'aquesta part amb la de l'aplicació 3D per crear un únic projecte, el qual serà avaluat, en la fase immediatament posterior, en la fase d'avaluació completa d'usuaris.

Unity disposa d'una part dedicada exclusivament al desenvolupament d'interfícies per als jocs creats en Unity, aquesta és Unity UI. Aquesta part encara està en desenvolupament, però ens ofereix una gran varietat d'opcions per poder crear una interfície de forma senzilla i intuïtiva. No obstant això, els dissenys els has de crear fent ús d'eines externes.

El motiu pel qual s'ha triat Unity UI, puix que ha estat perquè Unity havia estat triat com a motor i no es tenia una altra opció. Tot i això, en el procés d'escollir el motor de joc amb el qual es programaria l'aplicació, es va valorar la part de creació d'interfícies.

Unity disposa d'una gran varietat d'opcions per tal de crear interfícies i la iniciació en aquesta part és bastant senzilla, ja que tot el relacionat amb les interfícies és molt fàcil d'entendre, d'aprendre i, sobretot, destaca per ser molt intuïtiu.

### 4.3.1. Primera iteració

Aquesta iteració inclou els inicis del projecte on les tasques principals consistien a dur a terme recerca sobre les eines i dispositius, però també es van realitzar els prototips a paper i funcional de l'aplicació.

Ha estat una iteració per a començar a tenir una idea del disseny que s'havia de realitzar i de quines eines s'escollirien i com s'utilitzarien aquestes. A part d'això, en aquesta etapa del desenvolupament, també es va crear el projecte i es van analitzar l'opinió dels usuaris envers el prototipat funcional.

#### 4.3.1.1. Treball d'investigació

En aquesta part inicial del projecte, per tal de poder començar-lo, es necessitaven un dispositiu que captés la interacció, una eina de programació amb la qual s'elaboraria el projecte i un software que comuniqués el dispositiu de captació d'interacció amb l'aplicació creada amb l'eina (SDK).

Per tal d'escollir aquests elements, es va dur a terme una cerca exhaustiva per a cadascun d'ells i l'explicació més detallada la trobarem en les següents subseccions.

##### 4.3.1.1.1. Dispositius d'interacció

En relació als dispositius detectors d'interacció basada en moviments, cal dir que n'hi ha una gran diversitat i es divideixen en dos tipus principals els invasius i els no invasius.

Un dispositiu invasiu és definit com aquell que s'ha de col·locar a l'usuari o persona que vulgui utilitzar l'aplicació. En canvi, un de no invasiu no afecta per a res en l'usuari tot i això, té unes restriccions d'ús, ja que si ens col·loquem massa propers a aquest, segurament no ens detectarà o ho farà erròniament.

En aquest àmbit, els dispositius d'interacció que predominen són els no invasius, majoritàriament càmeres, des d'una càmera molt similar a les Webcams fins a una càmera

capaç de realitzar funcions complexes com seria el *gesture recognition*, l'*eye tracking*<sup>9</sup> o el *face tracking*<sup>10</sup>.

Aquests dispositius, com tot dispositiu electrònic que ha de tenir interacció amb algun ordinador, contenen un suport lògic inalterable (*firmware*) encarregat de controlar les accions externes que realitza el *hardware*.

Ressaltar el fet que, a part d'aquest suport, acostumen a venir acompanyats amb el SDK propi del fabricant del dispositiu (el creador del producte decideix si incloure'l amb el preu del dispositiu o si el preu d'aquest es cobrarà per separat). Tot i això, si els desenvolupadors decideixen no utilitzar-lo, la majoria de dispositius garanteixen compatibilitat amb altres softwares de tercers que s'incorporen per tal de facilitar la interacció amb el dispositiu i perquè en afegir-ho obtenim la possibilitat de fer ús de noves funcionalitats en la nostra aplicació.

La raó principal per utilitzar un SDK de tercers, és perquè aquest software garanteix la compatibilitat amb múltiples dispositius i per tant, estem eliminant el factor limitant més important, el dispositiu emprat. En altres paraules, afavorim la portabilitat de la nostra aplicació.

#### 4.3.1.1.1.1. Recerca de dispositius per a la realització del projecte

Un cop endinsats en el món de la interacció basada en moviments, es va veure la necessitat d'un dispositiu que fos capaç de captar aquest tipus d'acció mútua.

En Juan Enrique Garrido i Navarro ens va recomanar que féssim ús de Kinect v1 [36], ja que ell havia treballat anteriorment amb aquest dispositiu, però nosaltres abans d'acceptar vam preferir dur a terme una recerca per visualitzar les opcions que teníem disponibles, a part de la proposada.

Aquest fet ens va portar a descobrir que Kinect v1 estava obsolet i per tant, automàticament, va quedar descartat, ja que es buscava un dispositiu que rebés actualitzacions de forma continuada i que ens oferís millores respecte a Kinect v1. Actualment, aquest dispositiu no pot ser adquirit [37], no obstant això, s'està desenvolupant una nova versió de l'aparell [38] (Azure Kinect), aquesta consta d'una millora important respecte a l'anterior a causa que s'hi ha inclòs la facilitat de treballar amb Azure Cloud o qualsevol proveïdor d'aquest servei [39].

---

<sup>9</sup> **Eye tracking:** Capacitat de seguir i captar el moviment ocular .

<sup>10</sup> **Face tracking:** Capacitat de reconèixer, analitzar i capturar la cara i les gesticulacions que aquesta realitza.

Tal com s'ha especificat anteriorment, es va dur a terme una cerca detallada sobre dispositius d'interacció basada en moviment similars a Kinect. Aquesta es va dur a terme amb la finalitat de poder utilitzar una càmera que s'adaptés al projecte sense cap inconvenient o incompatibilitat i que complís les especificacions necessàries per poder dur a terme l'aplicació. Durant aquesta recerca, quan es trobava un producte interessant, es miraven les opinions d'usuaris que l'havien utilitzat i se'n recollien les dades per tal de, posteriorment, poder comparar l'aparell amb les altres opcions escollides.

#### 4.3.1.1.1.2. Comparativa dels dispositius d'interacció

Els models de dispositius que s'han analitzat són els que es mostren en la [Taula 3](#).

Aquests s'han escollit perquè tinguin trets que marquin la diferència entre utilitzar una càmera 3D o una altra. Per altra banda, també s'ha inclòs un rang de preus acotat i similar, ja que disposàvem d'un pressupost limitat.



Model	Resolució (píxels)	Visió (hori. x vert.)	Profun. del sensor	SDK	Preu
Intel RealSense 435D	1920 x 1080	86° x 57°	0,2 - 10	Intel RealSense SDK 2.0	154,35 €
Kinect v2	1920 x 1080	70° x 60°	4,5	Kinect SDK 2.0	159,00 €
Orbbec Astra	640X480	60° X 49,5°	0,6 - 8	Astra SDK o Open NI	129,42 €
Orbbec Astra S	640 x 480	60° X 49,5°	0,4 - 2	Astra SDK o Open NI	129,42 €
Orbbec Astra Pro	1280 x 720	60° X 49,5°	0,6 - 8	Astra SDK o Open NI	129,42 €
Primesense Carmine 1.09	1280x 980	54° x 45°	0,35 - 3	Open NI	254,38 €
Vico VR	1280 x 720	60° X 49,5°	0,5 - 4,5	Vico SDK o Open NI	214,71 €
Xtion Pro Live	1280 x 1024	58° x 45°	0,8 - 3,5	Open NI	258,69 €
Zed	4416 x 1242	90° x 60°	0,5 - 20	Zed SDK 2.7	387,17 €

Taula 3: Taula comparativa de càmeres 3D

En la [Taula 3](#), podem apreciar que les càmeres tenen visió i resolucions similars. Tot i això, alguns sensors tenen més profunditat que d'altres i sobretot, les que tenen millors especificacions també tenen un majors preu. Cada càmera té el SDK del fabricant d'aquesta però algunes d'elles no en tenen de propi i fan ús d'un software de codi obert (Open NI<sup>11</sup>) o simplement afegeixen aquest SDK com a compatible.

L'ús d'OpenNI, un software de codi obert, aporta portabilitat a la creació d'aplicacions per a múltiples càmeres que acceptin aquest SDK. No obstant, aquest *software* fa anys que es va quedar obsolet i per tant, no podem ni confiar, ni utilitzar aquest software en el projecte, ja

<sup>11</sup> **Open NI:** Obsoleto, mirar la última actualización del readMe d'aquest repositori

que podem trobar-nos un problema sense solució i haver de canviar de SDK durant el desenvolupament del projecte, fet que endarrerirà la finalització d'aquest i crearà una nova etapa per adaptar-se al nou software.

#### 4.3.1.1.1.3. Per què Orbbec Astra Pro?

Entre tots els dispositius a tenir en compte de la [Taula 3](#), s'ha optat per Astra Pro (Orbbec 3D Technology Inc.), ja que és la que més encaixava amb els objectius del projecte ([Figura 15](#)).



Figura 15: Astra Series - Astra Pro Camera (<https://orbbec3d.com/product-astra-pro/>)

Perquè hem triat Orbbec Astra Pro [\[16\]](#) i no una altra, principalment, perquè dóna la possibilitat de crear una aplicació multidispositiu, ja que és compatible tant amb Linux, Windows 7/8/10 i si fos el cas, es podria passar el projecte a mòbil perquè també és compatible amb Android.

També es va valorar el fet que accepti una resolució força elevada i en el nostre cas, suficient. Per altra banda, es van valorar factors com la visió i profunditat del sensor, aquestes dues categories no destaquen especialment, però tenen un valor intermedi suficientment potent per fer-ne ús al nostre projecte i per tant, són una de les raons per les quals es van descartar la resta de càmeres i només ens vam quedar entre les tres Orbbec Astra i Vico VR.

Un altre motiu que ens va fer descartar càmeres va ser la decisió de, en un principi utilitzar OpenNI, ja que aquest donava possibilitat a fer servir el projecte en diferents models de càmeres.

La decisió final va ser que investigant detalladament cadascuna de les Orbbec Astra i Vico VR va ser que la càmera, Vico VR, estava orientada a desenvolupament d'aplicacions mòbils, tal com es veu en la [Figura 16](#) i com que el nostre projecte està orientat, principalment, a un format d'ordinador, aquest dispositiu va ser descartat.

Per concloure, perquè vam acabar utilitzant Astra Pro i no una de les altres dues, va ser a causa que Astra Pro oferia millors especificacions que les altres dos càmeres i, a més a més, pel mateix preu.

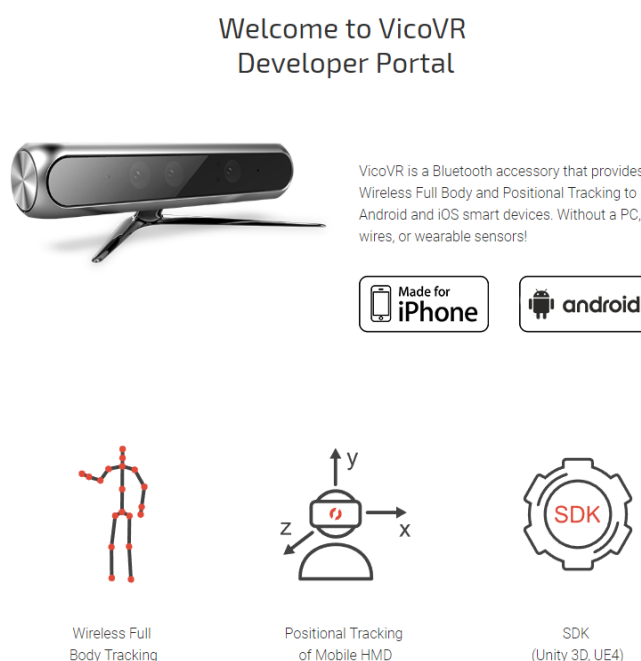


Figura 16: Vico VR orientada a desenvolupament mòbil (<https://vicovr.com/>)

Un cop escollida la càmera va dur a terme la recerca i una comparativa d'eines de programació i del SDK corresponent per al funcionament del dispositiu.

#### 4.3.1.1.2. Eines de programació i SDK

Paral·lelament a la recerca de dispositius d'interacció, es va realitzar una cerca exhaustiva sobre quina eina de programació utilitzar i un cop es va escollir la càmera amb la qual es treballaria, es van analitzar els SDK<sup>12</sup> que aquesta incloïa i si seria necessari *software* de tercers, es pot veure, en la [Taula 4](#), l'anàlisi de cada SDK i la valoració d'integrar-ne un que no pertanyés als fabricants sinó que fos de terceres persones.

<sup>12</sup> **SDK:** Kit de desenvolupament de software (*Software Development Kit*).

Nom SDK	A favor	En contra	Decisió
Orbbec SDK	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integració 100% amb el dispositiu.</li> <li>- Gran varietat de funcionalitats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca informació i pocs exemples a partir dels quals aprendre.</li> <li>- Desconeixença sobre si tot és públic o hi ha parts privades.</li> </ul>	Descartat perquè hi ha molt poca informació per a poder aprendre a utilitzar-lo.
Open NI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon nivell d'integració amb el dispositiu.</li> <li>- Codi Obert. Disposa de gran comunitat i per tant, consta de gran varietat d'exemples d'ús.</li> <li>- Possibilitat de canvi de càmera sense haver de tocar res de l'aplicació.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Última actualització el 7 de Maig de 2012. Conclusió, està obsolet.</li> <li>- Desconeixença de trobar-se un error desconegut per la comunitat o si més no, que no té solució.</li> </ul>	Descartat per por a trobar-se un error que no tingui solució en l'última versió i que aquest fet, provoqui un canvi de SDK a meitat de projecte. Descartant-lo s'evita la possibilitat de que un error d'aquest tipus aparegui.
Nuitrack SDK	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon nivell d'integració amb el dispositiu.</li> <li>- Addició de noves funcionalitats (face tracking, hand-tracking, etc.)</li> <li>- Possibilitat de canvi de càmera sense haver de tocar res de l'aplicació.</li> <li>- Gran varietat de tutorials i exemples que ens ajudaran a aprendre com treballar amb aquest <i>software</i>.</li> <li>- Software actualitzat, no obsolet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codi privat</li> <li>- No es completament gratuït.</li> </ul>	S'utilitzarà Nuitrack SDK, ja que és compatible amb el dispositiu triat i a més a més, ens afegeix funcionalitats que ens seran de gran ajuda per al desenvolupament del projecte. La raó principal, a part de les mencionades anteriorment, ha estat la gran quantitat de tutorials i exemples que hi ha d'aquest <i>software</i> respecte als altres.

Taula 4: Anàlisi i comparativa per a escollir un SDK

En definitiva, es va escollir Nuitrack SDK perquè ens va aportar molts avantatges, tal com es pot veure en la [Taula 4](#), i ens va ser més fàcil d'aprendre gràcies al material i exemples que hi havia.

#### 4.3.1.1.2.Motor de joc: Unity

Per a realitzar el nostre projecte es necessita un entorn de desenvolupament (IDE<sup>13</sup>) amb la capacitat de detectar la càmera connectada a través d'un port USB. També haurà de ser capaç d'acceptar el *software* ([Nuitrack SDK](#)).

No obstant, es va escollir Unity 3D [\[17\]](#) perquè hi havia molts més exemples que amb els altres IDEs i abans de l'aparició de Unreal Engine 4 [\[18\]](#), Unity era el més utilitzat. [\[3\]](#)

<sup>13</sup> IDE: Entorn integrat de desenvolupament.

#### 4.3.1.1.2.1. Què és Unity?

Unity és un motor potent enfocat en el desenvolupament de videojocs accessible per a tothom, en gran part s'utilitza per a la creació de jocs 2D però, és el motor recomanat per introduir-se al món de la creació de videojocs, ja que és molt intuïtiu. Per tal de codificar les animacions, les funcionalitats o qualsevol cosa, s'ha d'utilitzar C#.

Destaca, sobretot, per la seva gran comunitat i com ja he comentat abans, per la gran quantitat de material que aquesta comunitat ofereix, des de tutorials fins a com implementar detalls molt concrets.

La clau a l'hora de desenvolupar el projecte ha estat la comunitat i la gran documentació que Unity ofereix, s'han pogut solucionar la gran majoria dels problemes.

Aquest motor ens ofereix una característica que ens permet garantir la portabilitat, ja que quan construeixes l'aplicació, tens l'opció de triar quin sistema operatiu vols l'aplicació. En la [Figura 17](#) es veu la interfície que s'utilitza en Unity per crear un projecte per un sistema operatiu determinat.

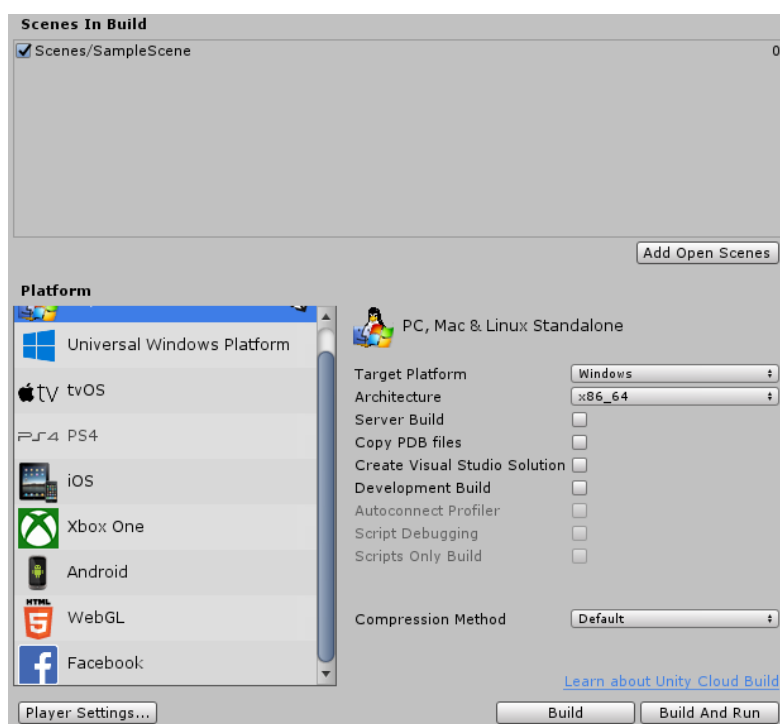


Figura 17: Unity construcció d'un projecte. (Pròpia (Unity IDE Build Settings))

Actualment, Unity només fa projectes per aquestes plataformes però, en realitat, també tenim altres possibilitats entre les quals hi ha la creació de jocs o d'aplicacions per Nintendo Switch.

Unity utilitza MonoDevelop<sup>14</sup> per a la creació dels scripts necessaris per definir funcionalitats o fets tan importants com el comportament de l'aplicació. També cal afegir que ofereix gran contingut en l'Asset Store i compatibilitat amb NuiTrack SDK.

El motiu principal pel qual s'ha escollit Unity, tal com s'ha esmentat anteriorment, ha estat perquè disposa d'una documentació molt bona i d'una comunitat gran i activa, per tant, hi ha molt contingut d'ajuda (tutorials, exemples, etc) per començar amb el desenvolupament d'aplicacions en aquest àmbit.

#### 4.3.1.1.2.2. Integració de NuiTrack SDK

Aquest *software* no podrà ser utilitzar sense abans realitzar una configuració prèvia, per això serà necessari disposar de *plugins* que comuniquin NuiTrack [13] amb Unity. Per tant, si tenim el connector adient podrem integrar qualsevol SDK extern a Unity.

NuiTrack és un *software* creat per tercers, és a dir, que no ha estat creat pel fabricant de cap càmera, emprat per a fer d'intermediari entre la càmera 3D i l'aplicació. Aquest SDK proporciona les característiques següents:

- *Full body skeletal tracking*. Capacitat de capturar tot el cos al complet i per tant, totes les articulacions d'aquest.
- *User masks*. Capacitat de detecció i anàlisi de més d'un usuari alhora.
- *3D point cloud*<sup>15</sup>. Representació basada en un núvol de punts, gràcies a aquesta funcionalitat es pot veure l'esquelet per pantalla.
- *Gesture recognition*. Anàlisi i captació de gesticulacions realitzades amb qualsevol articulació.
- *Face tracking*. Anàlisi exhaustiva de moviments realitzats amb la cara incloent gesticulacions que fas amb aquesta.

---

<sup>14</sup> **MonoDevelop:** <https://en.wikipedia.org/wiki/MonoDevelop>

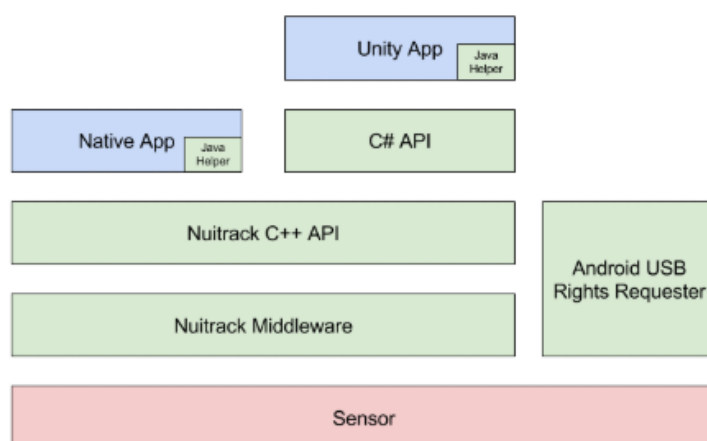
<sup>15</sup> **Point cloud:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Point\\_cloud](https://en.wikipedia.org/wiki/Point_cloud)

Aquest SDK es pot utilitzar per a una d'aquestes tres plataformes Windows/Linux/Android. Aquest fet aporta molt valor al software, ja que no et limita sinó tot el contrari, et garanteix possibilitat de dur a terme una aplicació multiplataforma.

Aquest software ofereix tres versions del software, la gratuïta que té certes limitacions, entre les quals hi ha un límit de 3 minuts d'ús a partir del moment en el qual s'obre l'aplicació (és la utilitzada en el projecte) i dues més que són de pagament, una de més baix preu però amb menys prestacions i una altra que és la de major preu però no té límits pel que fa a prestacions ni temps d'ús.

#### 4.3.1.1.2.1.1. Arquitectura del SDK

Nuitrack API és una feta per a interfícies i és nativa (programada en C++) per sobre del middleware que interactua i capta totes les interaccions del sensor. Com a resultat, l'usuari només ha de tractar amb l'API de Nuitrack per a crear aplicacions multiplataforma (Windows, Android, Linux). A part de l'explicació de l'arquitectura, també s'ha de mencionar que conté un connector (*plugin*) per Unity3D i un per dispositius Android.



**Architecture of Nuitrack SDK**

Figura 18: Arquitectura Nuitrack SDK ( <https://www.3divi.com/> )

Les comunicacions en l'arquitectura ([Figura 18](#)) són unidireccionals i es fan de capa inferior a superior.

#### 4.3.1.1.2.1.2. Preparació i restriccions/recomanacions d'ús

El SDK té limitacions respecte a quan pot actuar correctament sota certes condicions, és a dir, sense errades, i per tant, s'evitaran aquestes situacions en les quals el software no rendeixi al 100%.

Per evitar-ho, hem de tenir en compte els següents requeriments:

- **Condicions lumíniques.** Consisteix a tenir en compte que ha de ser un lloc on la llum no faci que el sensor no detecti res correctament ([Figura 19](#)).

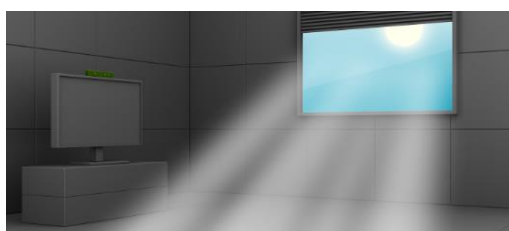


Figura 19: Mala il·luminació per al funcionament del sensor (<https://www.3divi.com/>)

- **Ubicació del sensor.** És evident que el sensor no pot estar posicionat de qualsevol manera, per funcionar bé ha d'estar posicionat a almenys 1,2m del terra, s'ha de posar recte i mirant cap a davant ([Figura 20](#)).

La distància recomanada a la que s'ha de col·locar l'usuari és de 1,5m mínim, a causa de la meua experiència he de dir que aquesta distància és poca i si és possible es recomana posicionar-se a 2m.

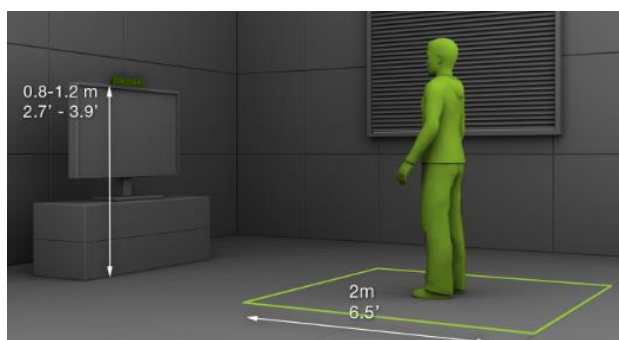


Figura 20: Ubicació del sensor i de l'usuari envers aquest.

(<https://www.3divi.com/>)

- **Entorn de l'usuari.** Evitar tenir objectes o parets que puguin dificultar el moviment de l'usuari. Garantir mínim 40cm de les parets.
- **Correcte posicionament de l'usuari respecte a la pantalla.** Consisteix en assegurar-se de que el cos complet es vegi tot el cos. Evitar que es talli el cap o que quan es mogui un braç aquest no aparegui en la càmera.



Per ser més exactes de com s'ha de posicionar un usuari en pantalla, afegeixo una imatge que ho il·lustra de manera gràfica ([Figura 21](#)).

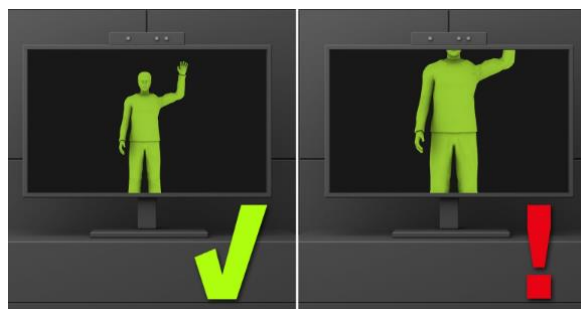


Figura 21: Visualització adequada de l'usuari en la pantalla (<https://www.3divi.com/>).

- **Quan hi ha més d'un usuari, assegurar-se de deixar prou espai entre aquests. Evitar la superposició entre usuaris.**

Garantir una distància suficient entre usuaris, si es que n'hi ha més d'un. Respectar l'espai assignat de bon principi i evitar molestar als altres usuaris superposant-se a algú altre ([Figura 22](#)).

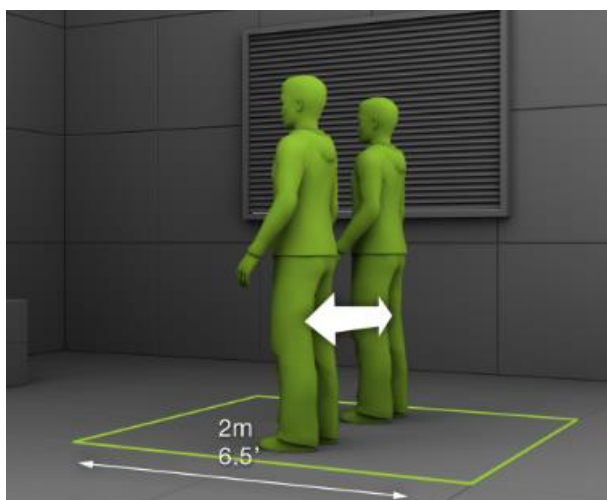


Figura 22: Posicionament adient, si hi ha més d'un usuari en escena (<https://www.3divi.com/>).

- **Evitar roba fosca. Podria afectar al seguiment de la càmera.**

Es recomana portar roba que no sigui d'un color fosc, per tal d'estalviar-se problemes amb el anàlisi i seguiment del sensor.

#### 4.3.1.1.2.3. Integració d'un SDK

Per a integrar el SDK es realitzen en passos molt senzills tal com es veu en la documentació d'Unity [\[6\]](#). No obstant això, el sistema que utilitza Unity per sota és l'explicat en el diagrama de la [Figura 23](#).

Consisteix en l'entrada d'un o més C# scripts els quals, mitjançant un sistema de *plugins*, la funció principal dels quals rau a garantir aquesta comunicació entre la interfície d'Unity i aquell SDK extern que es vol integrar, van a la interfície que els gestiona i crida als DLL (*dynamic links*) corresponents, que són els encarregats d'interactuar amb el SDK extern. D'aquesta manera s'integra un SDK extern. Per tal d'entendre-ho millor, s'ha realitzat un esquema representatiu ([Figura 23](#)).

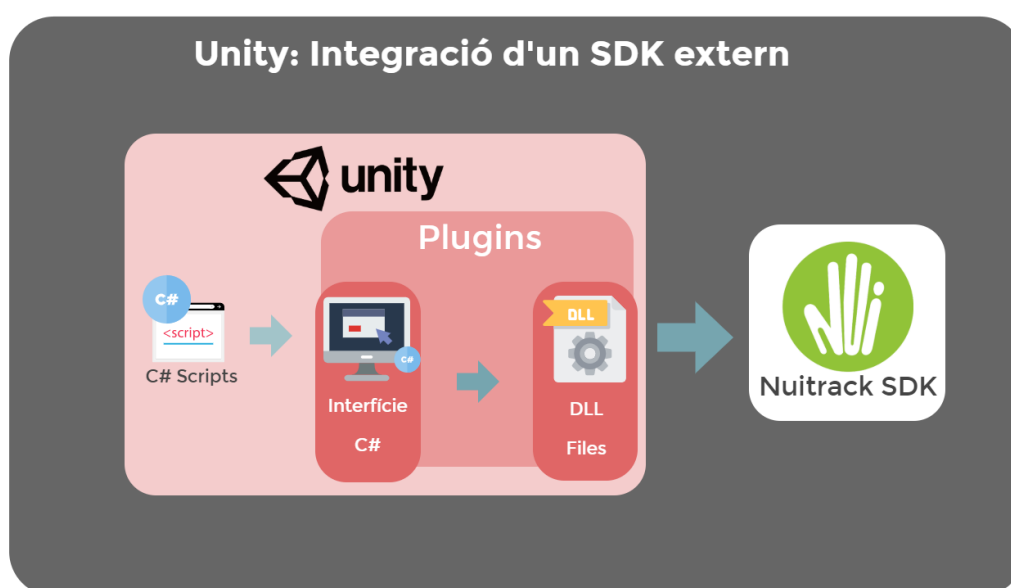


Figura 23: Esquema de funcionament de la integració d'un SDK extern (Pròpia).

#### 4.3.1.2. Prototipat a paper

Aquest tipus de prototipat s'ha dut a terme per mostrar una primera aproximació a com serà la distribució dels diferents elements més rellevants de la interfície ([Figura 24](#)).

A partir d'aquest prototip es podran apreciar les primeres idees del desenvolupador respecte a la nova interfície i les pantalles mínimes necessàries i, fins i tot, es podrà emprar com a model per a construir el prototip funcional. A més a més, ressaltar que aquest tipus de prototips ens ofereixen dues avantatges molt importants, com són la rapidesa sobre la qual es crea i els pocs requeriments que són necessaris per a la seva creació.

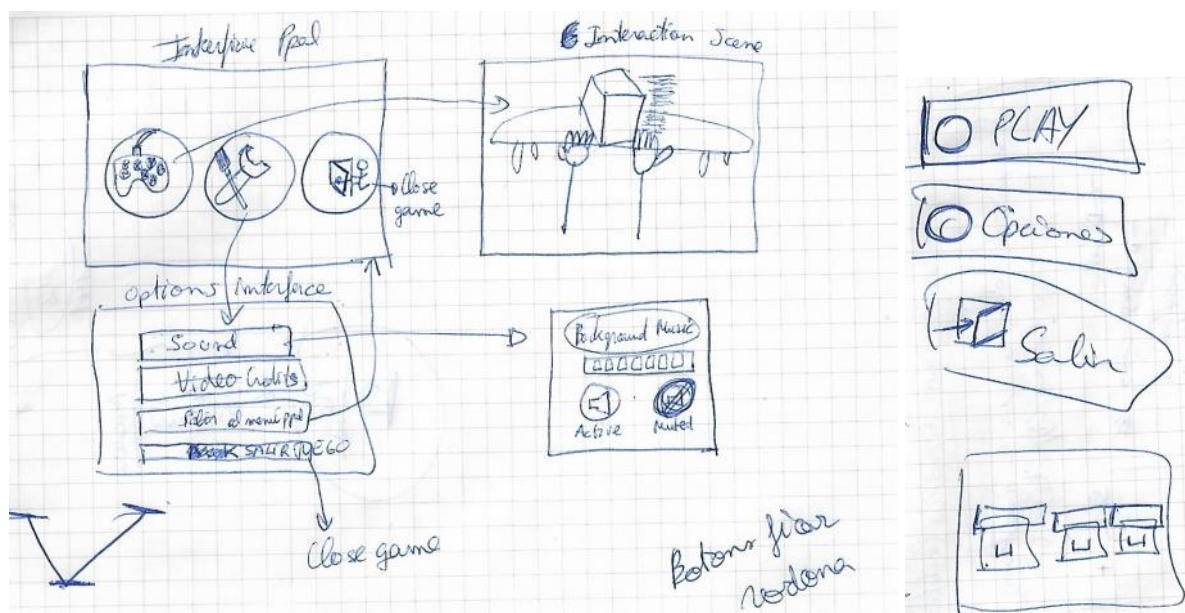


Figura 24: Esbós a paper del prototip d'aplicació (Pròpia).

Es va decidir fer un prototip a paper, sense gairebé pensar-hi, ja que es va analitzar i discutir com es faria la UI, i sense buscar-ho, vam acabar dissenyant un prototip a paper, el qual després vam anar argumentant cada pas i cada element que s'anava afegint per tal d'així definir de forma més entenedora, els múltiples punts d'atac que teniem pensats per a la UI. Tot i això, aquest prototip no és un disseny final. Si més no, un prototip és una eina per tal de dur a terme una aproximació al disseny real. La part positiva d'aquest tipus de prototips rau, entre d'altres coses, en la rapidesa d'ensenyar-lo i d'obtenir *feedback* dels usuaris.

En molts casos i després de moltes versions, aquest pot acabar sent igual al disseny, però en aquest cas en concret, aquest prototip fet a paper, no és només que una aproximació del disseny de la UI que serà desenvolupada posteriorment, quan disposem d'un disseny més refinat.

Per aquest motiu, s'ha dut a terme una nova versió del prototip com a prototip funcional.

#### 4.3.1.3. Prototipat funcional

Després de realitzar un prototipat a paper, es va decidir que es necessitava crear algun tipus de prototip de més alta fidelitat. A causa d'això, es va dur a terme una recerca d'eines de creació de prototips d'alta fidelitat i finalment, es va triar Justinmind, perquè era coneixedor de l'eina i sabia que oferia una gran varietat de funcionalitats les quals permeten dissenyar prototips amb facilitat i a més a més, que aquests siguin d'alta fidelitat.

#### 4.3.1.3.1. Què és Justinmind?

Justinmind és un entorn de disseny d'interfícies el qual aporta aquesta fidelitat que s'està cercant i ens va permetre transformar l'esbós fet a paper un prototip d'una major qualitat i fidelitat.

A partir de l'ús d'aquesta eina es va aportar interacció amb l'aplicació la qual permetia veure el flux d'aquesta i així permetre als usuaris valorar-ho millor en l'etapa futura on s'analitzarà la interfície en un focus group amb usuaris.

Un focus group és una reunió d'un grup de persones, seleccionades deliberadament, les quals participaran en una discussió planejada destinada a generar opinions dels usuaris sobre un tema o àrea d'interès particular. Aquest tipus de reunions, són col·lectives a propòsit, ja que creen una situació més real perquè al ser en grup, s'influencien mútuament i interactuen els uns amb les altres durant tot el procés de discussió. Una de les parts positives dels focus groups és la d'identificar els sentiments d'un col·lectiu envers el producte que se'ls ha presentat, això és positiu perquè la situació en la qual es troben, és molt similar a la de la vida real, ja que els usuaris participants són capaços d'interactuar, influenciar i de ser influenciats.

[\[27\]](#)

#### 4.3.1.3.2. Procés de prototipat

En aquest apartat s'explica el disseny de les diferents pantalles i la primera aproximació a interfície d'alta fidelitat que es va dur a terme. Tot i això, la interfície va sofrir algun canvi com es pot veure en el menú principal, ja que els botons van canviar-se de forma i es va afegir un logotip a la part superior d'aquesta pantalla. A partir d'aquest punt, es va desenvolupar el disseny corresponent a la [Figura 25](#), la qual també ens mostra les interaccions entre les pantalles de la interfície.

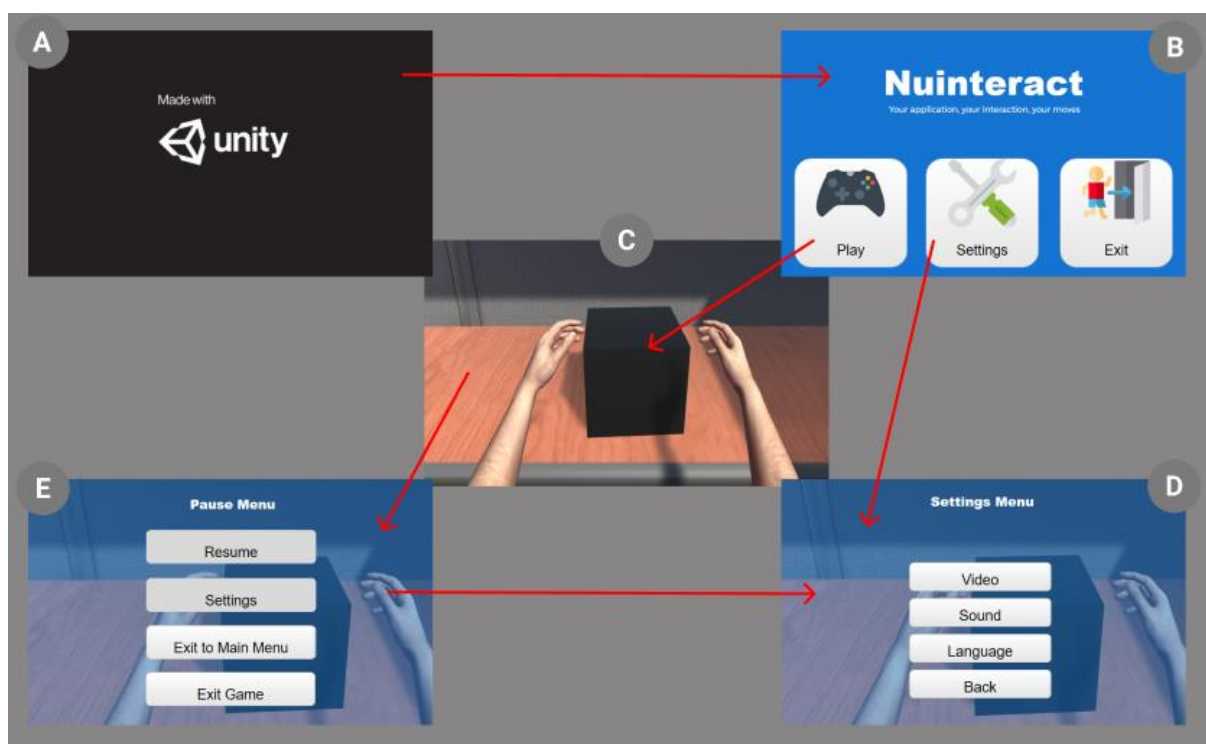


Figura 25: Prototip Funcional amb les seves interaccions. (Pròpia).



Figura 26: Prototip Funcional amb les seves interaccions. (Pròpia).

Abans d'explicar el funcionament de cadascuna de les pantalles de la UI, faré una explicació general de la imatge, per tal que s'entengui millor. Es fa saber que les fletxes representen en quin ordre van apareixent les pantalles o a partir de quin lloc es pot accedir a aquestes.

En la [Figura 25](#), representa la interacció amb una part del prototip, la qual inclou les pantalles principals i la principal interacció entre aquestes. Per altra banda, en la [Figura 26](#) es representen la pantalla per seleccionar les opcions ([Figura 26-C](#)) i els menús que permeten modificar l'idioma ([Figura 26-D](#)), les opcions de video ([Figura 26-B](#)) i el so ([Figura 26-A](#)). Seguidament, es descriuran, amb més detall, cadascuna de les pantalles (menus).

- **Menú Principal (*Main Menu* ([Figura 25-B](#)))**

En aquesta pantalla, es mostra un menú inicial, on tens 3 opcions, la de passar al joc/aplicació ([Figura 25-C](#)), el de configuració (*settings*) i l'opció de tancar l'aplicació (*exit*). A part d'aquests botons, tenim un logo i una frase representativa.

- **Pantalla d'Opcions (*Settings Menu* ([Figura 25-D](#) o [Figura 25-C](#)))**

En la pantalla d'opcions, tenim una pantalla intermèdia la qual tindrà 4 opcions que reencaminaran a la pantalla corresponent de la interfície. Per tant, cada botó dura a terme una redirecció a la pantalla corresponent segons el nom especificat en aquest. Per exemple, el botó que fica Back (Tornar), en fer-li clic ens portarà a la pantalla anterior.

- **Menú de Pausa (*Pause Menu* ([Figura 25-E](#)))**

Per tal d'accedir al menú de pausa, es farà des de l'aplicació mitjançant un doble clic.

Un cop realitzada l'acció mencionada anteriorment, se'ns obrirà la pantalla de pausa, en la qual tindrem les opcions de Resume → Continuar fent el que nosaltres desitgem en l'aplicació (joc).

Per altra banda, tenim l'opció de sortir al menú principal i la de sortir del joc completament. A part, tal com es pot veure en la imatge, també podem accedir a la pantalla d'opcions i que cada usuari se les pugui adaptar al seu gust i així garantir una comoditat durant la interacció.

- **Pantalla de les Opcions de So (*Sound Settings* ([Figura 26-A](#)))**

En aquest menú, com bé diu el seu nom, disposem d'opcions relacionades amb el so, en aquest cas tenim una slider que ens permet regular el volum i un botó per silenciar l'aplicació, ja que si volem treure el so, que no sigui necessari haver de baixar l'slider fins al mínim. Tot i que si es vol fer així doncs no suposaria cap problema perquè ja es té en compte aquesta opció.

- **Pantalla de les Opcions de Vídeo (Video Settings ([Figura 26-B](#)))**

Aquest és el menú que disposa de més funcionalitats a tractar i per tant, ha estat el més delicat de prototipar perquè s'havia de posicionar tot molt acuradament.

Aquesta pantalla aporta les opcions de canvi de resolució, per tal de poder-se adaptar a totes les pantalles, pantalla completa (*fullscreen*) per si no es vol tenir l'aplicació en mode finestra.

A part de les opcions relacionades amb la mida de pantalla, també tenim una opció que s'encarrega de canviar la qualitat dels gràfics de l'aplicació. Destacar la possibilitat de guardar fent clic al botó “*Save changes*” i de tornar enrere amb el botó “*Back*”.

- **Pantalla de Configuració de l'Idioma (Language Menu ([Figura 26-D](#)))**

Menú a partir del qual es pot canviar el llenguatge de l'aplicació, disposem de tres llenguatges, anglès com a llengua per defecte de l'aplicació, espanyol i català. També garantim la possibilitat de tornar enrere per tal de poder retrocedir un cop acabats els canvis o per si ens hem equivocat d'opció a l'hora de clicar-la o escollir-la.

Cada botó que permet canviar l'idioma de l'aplicació contindrà una bandera que referenciï la llengua a la qual s'està canviant i també un text que clarifiqui quin idioma és, per si quedava algun dubte.

Per altra banda, tenim la diferenciació entre un botó clicat i un altre de no clicat. Aquesta es basa a ficar d'un color més gris el que ja està seleccionat i un missatge que digui si està actiu o no.

#### 4.3.1.4. Focus group

Un focus group és una tècnica de recollida de dades on es reuneixen un grup d'entre 6 i 9 persones les quals discutiran aspectes relacionats amb el sistema, ja que aquest nombre és considera l'òptim per tal d'obtenir-ne el màxim rendiment. En aquests un avaluador expert en usabilitat i/o accessibilitat, realitza la funció de moderador i també prepara prèviament la llista d'aspectes i elements a discutir. A més a més, també haurà de recollir la informació que necessita de la discussió.

El procés de direcció seguit pel moderador rau en localitzar els usuaris, decidir si es volen observadors o no (no intervenen, només anoten) i controlar que totes les persones participin



per igual, que no n'hi hagi cap que domini la discussió i també permetre'ls-hi que discuteixin de forma fluïda però, sense deixar de tenir el control d'aquesta. Ressaltar també que aquest mètode es pot aplicar en qualsevol part del desenvolupament i que el moderador ha de ser una persona amb capacitats comunicatives.

Aquest tipus d'avaluació es va realitzar (el dia 13/03/2019) perquè s'està fent un projecte basat en una nova tecnologia i es vol saber com valora la gent aquest nou paradigma d'interacció i si el que s'està realitzant necessita algun canvi des del punt de vista de l'usuari, ja que és a qui va dirigida aquesta aplicació.

La posada a prova de l'avaluació es va dur a terme a la sala del grup de recerca GRIHO [40] de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Lleida, van assistir-hi 11 usuaris els quals tenien coneixements d'informàtica i van ser els encarregats de donar *feedback* sobre el prototip que se'ls va presentar.

Abans de començar la sessió del focus group es va demanar als usuaris que signessin un document en el qual acceptaven ser gravats per veu i imatge (S'adjunten els documents signats pels participants a l'[Annex A](#)).

En iniciar la sessió, el primer que es va dur a terme va ser la presentació del prototip de la interfície, duta a terme per l'Òscar López. En aquesta presentació es va realitzar un itinerari que recorria tota la interfície per tal que els usuaris veiessin el prototip en la seva completitud. En concret l'itinerari constava dels següents passos:

1. Cerca dels usuaris participants.
2. Quedar per dur a terme la sessió un dia que els anés bé a tots (13/03/2019)
3. Firmar paper per al consentiment sobre l'enregistrament d'àudio i vídeo.
4. Presentació del prototip d'interfície duta a terme per l'Òscar López.
5. Els usuaris donen *feedback* un per un.
6. Finalització del *focus group* i anàlisi del *feedback* transmès pels usuaris.

En acabar-la, els usuaris van anar donant *feedback* un per un i entre tots ells, van trobar els errors i millores llistats a continuació:

- Posar el nom de l'idioma en cada bandera, enlloc de “*Not chosen*” o “*Chosen*”.
- Error al seleccionar, canviar la selecció dels botons (poc visible).
- Canviar el text del botó de “*Exit to main menu*” a “*Main Menu*”.



- Implementar un botó “Restart” (reiniciar aplicació 3D) i un botó “Default” (reiniciar les opcions).
- Comprovació doble en les accions de major risc, com per exemple el tancament de l'aplicació.
- Canviar el fons de l'aplicació.
- Tutorial d'interacció a l'inici de l'aplicació.
- Posar algún mètode de cal·libració i notificació de si l'usuari està detectat o no.
- Botó d'ajuda en el menú principal (cridarà al tutorial mencionat anteriorment).
- Mostrar *feedback* quan canvis algun element.
- Posar un tick verd als idiomes per determinar el seleccionat.
- Canviar el slider de so fent que tingui un botó de menys a l'esquerra i un botó de plus a la dreta, per poder pujar i baixar el volum.
- Posar que el slider de volum canviï per passos (de 5 en 5 per exemple).
- Afegir funció de silenciar audio.
- Coherencia entre botons (font, icones amb text, etc.).
- Eliminar el botó guardar els canvis, ja que es guarden automàticament.

En termes generals, la sensació de los participantes fue de comodidad, ja que durant les 2 hores que aproximadament va durar el *focus group*, todos los participantes van parar atenció en tot moment amb una actitud col·laborativa. És per això que, el *feedback* obtingut va ser molt útil oferint el conjunt de canvis anteriors els quals s'aplicaran en la segona iteració durant l'etapa del primer disseny de la UI.

### 4.3.2. Segona iteració

En aquesta segona iteració, el primer que s'ha fet una valoració dels canvis aportats per l'avaluació realitzada en la fase anterior, això implica decidir quins afegir i quins no, en aquest cas s'afegiran tots, ja que són canvis que s'han considerat com a millores necessàries.

A part de l'esmentat en el paràgraf anterior, aquesta iteració inclou tot el disseny i desenvolupament de la interfície. Aquest es va dividir en parts.

Primer es va dur a terme el primer disseny fent ús d'Unity i se li van aplicar les funcionalitats corresponents.

Un cop acabada la primera interfície feta en Unity, per tal de garantir una similitud entre ambdues parts del projecte, es va haver de redissenyar tota la interfície, ja que tenien estils molt oposats.

Per aquest motiu, es va haver d'aprendre a utilitzar eines de disseny com són Photoshop CS6, Adobe XD i Animator CC. Gràcies a aquest aprenentatge, es va poder fer un disseny de més alt nivell en la interfície i amb aquesta similitud amb la part d'aplicació 3D.

Com ja he dit abans, tot va començar amb el primer disseny en Unity.

#### 4.3.2.1. Unity UI: Primer disseny

Aquesta part consta del primer disseny de la interfície el qual va servir per muntar l'estructura i aplicar els canvis proposats en el focus group anterior. No deixava de ser un nivell més en l'escala de millora que s'ha anat incrementant a mesura que avançava el projecte, tot partint d'un prototip a paper.

Aquest disseny està dividit en diverses pantalles les quals simbolitzen una aproximació a un menú.

A part de les pantalles principals, arran d'un dels canvis sol·licitats en el *focus group* anterior, s'han creat també pantalles de verificar les accions més perilloses com per exemple sortir de l'aplicació o reiniciar l'aplicació 3D, entre d'altres.

A continuació s'explicarà detalladament cada pantalla i els problemes i idees que es van tenir a l'hora de dissenyar-la però que no han arribat més enllà.

#### **Pantalla d'Opcions (*Settings Menu*)**

Aquesta pantalla no canvia respecte al prototip funcional del que s'ha parlat anteriorment, bé, l'únic que es va dur a terme, va ser un redisseny fent ús de Unity UI i també es va remodelar l'estructura del menú, ja que d'aquesta manera es mantenia la concordança d'estils entre totes les escenes.

Tal com es veu en la [Figura 27A](#), tot botó, excepte el botó de *back* (tornar) té una icona i un text que simbolitzen i aporten significat del següent menú o pantalla on s'anirà.

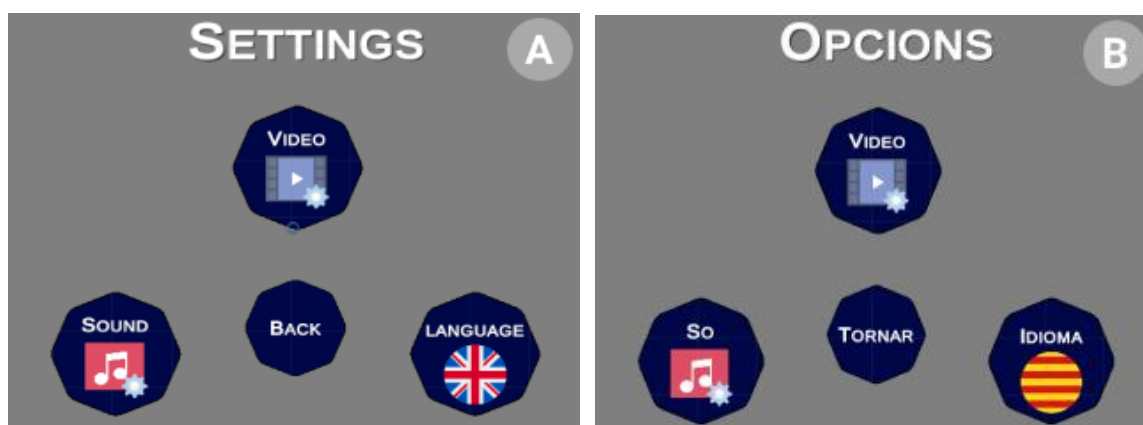


Figura 27: Settings Menu UI primera versió (Pròpia).

En el cas del botó *Language* la icona no només dóna significat per clarificar que redirigeix a les opcions d'idioma sinó que aquesta icona es correspon a la bandera associada a l'idioma amb el qual està l'aplicació.

En altres paraules, si aquesta aplicació es canviés a català, es veuria la bandera corresponent a l'idioma català, és a dir, la bandera catalana ([Figura 27B](#)).

### Menú de Pausa (*Pause Menu*)

Aquest és el menú que realitza la connexió entre l'aplicació 3D i la interfície, és a dir, que si en l'aplicació 3D tanquem les dues mans alhora, serem capaços d'accedir aquesta pantalla i l'aplicació que s'està utilitzant per sota es parará.

Aquest menú conté els mateixos botons que en el prototip funcional però tal i com he dit en el menú anterior s'ha canviat el disseny per tal de no perdre la coherència i concordança entre les diferents pantalles ([Figura 28](#)).

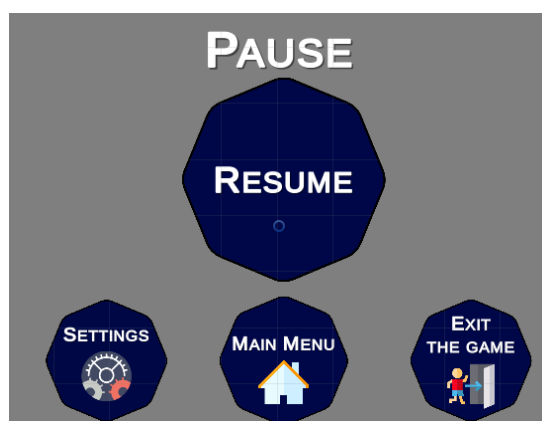


Figura 28: Pause Menu UI primer disseny (Pròpia).

En aquest apartat, quan es fa clic tant en main menu com en *exit game* o en *main menu* apareix una pantalla que es superposa a l'actual. Aquesta nova pantalla està dissenyada per assegurar-se de que l'usuari realment volia dur a terme aquella acció i que no ha estat un clic per error ([Figura 34A](#) i [Figura 34D](#)).

### Pantalla de les Opcions de So (*Sound Settings*)

Aquesta pantalla és l'encarregada de gestionar totes les funcionalitats basades amb el so.

Per accedir a aquesta pantalla, s'ha de fer des del botó de *Sound* del menú de settings ([Figura 27](#)).

Un cop s'hagi accedit a la pantalla, a diferència del prototip funcional, aquesta conté una nova opció de silenciar (*mute*) i també s'han afegit botons (inclou nova icona, no contenen text) per pujar i abaixar el volum als costats del slider.

També s'ha realitzat un botó amb una barra diagonal per sobre la qual indica que el so està silenciat ([Figura 29B](#)), per tal de representar el canvi de quan el so estigui actiu o silenciat.

Per altra banda, destacar que quan si el volum baixa fins a cert punt, la icona que hi ha a la slider es canvia per una de més adient ([Figura 29A](#)).

Aquests canvis es poden apreciar millor en la [Figura 29](#).

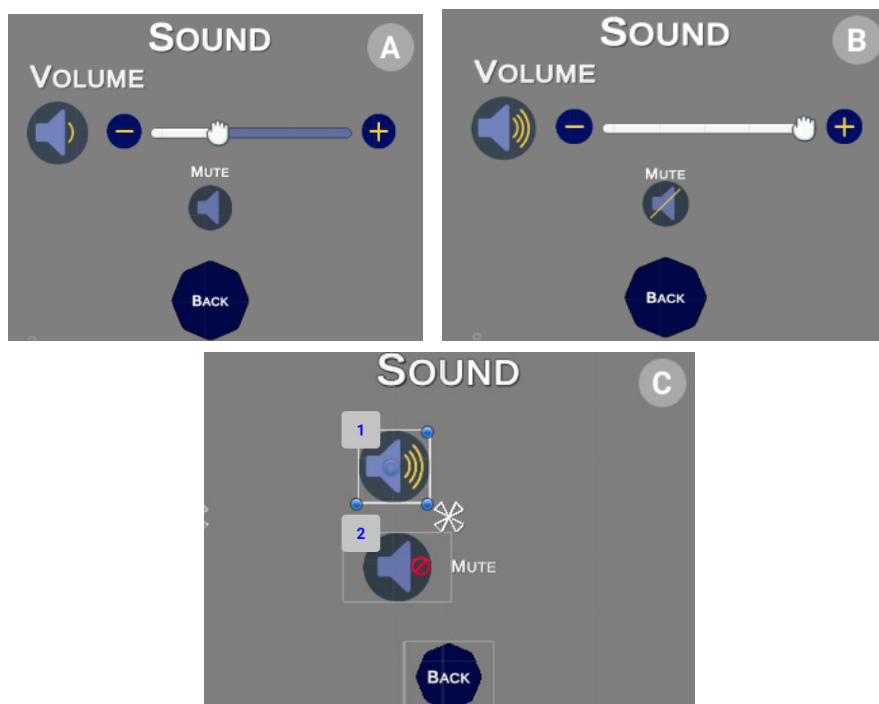


Figura 29: Sound Menu UI primer disseny (Pròpia).

Durant els inicis de la creació d'aquesta pantalla en la cerca d'una icona adequada per al botó de *mute* (silenciar) es va voler adherir, a part de l'altaveu sense ones (símbol del fet que no hi ha volum), un símbol que clarifiqués la funcionalitat del botó que no era altra que silenciar l'aplicació. Per tal de fer-ho es va escollir aquest símbol de prohibició, ja que en molts sistemes actuals l'altaveu amb un símbol de prohibició indica que l'aplicació està silenciada.

Malauradament, tal com es pot veure en la [Figura 29C](#), aquest provocava una mala combinació de colors, ja que en el cas de l'altaveu amb símbol groc ([Figura 29C-1](#)) es veuen les corbes de la icona respecte al color de fons, en canvi, en l'altra icona d'altaveu ([Figura 29C-2](#)), el color vermell de la icona no permet una visualització clara del que representa aquella part de la icona i obliga a la persona que ho hagi de visualitzar, a forçar la vista per poder veure la icona en la seva totalitat i aquest fet és el motiu pel qual es parla d'una mala combinació de colors. Per tant, es va decidir realitzar-ho com està representat en la [Figura 29B](#), amb una barra que ratlla diagonalment la icona provocant que l'usuari s'adoni que ha aplicat la funcionalitat.

### **Pantalla de les Opcions de Vídeo (*Video Settings*)**

Aquesta pantalla és l'encarregada de gestionar tot el que estigui relacionat amb la part visual, en aquest cas, gestiona el canvi de resolució, la possibilitat de tenir pantalla completa o no i la qualitat gràfica de l'aplicació.

A part d'això, també ofereix les opcions de tornar tot a com estava en un inici, és a dir, que tot torni a la configuració per defecte (botó *default*) i la possibilitat de reiniciar el progrés realitzat en l'aplicació 3D (botó *reiniciar*). Aquests dos botons contenen una pantalla de validació per assegurar-se que l'usuari que l'hagi clicat, realment, vulgui dur a terme l'acció corresponent ([Figura 30](#)).

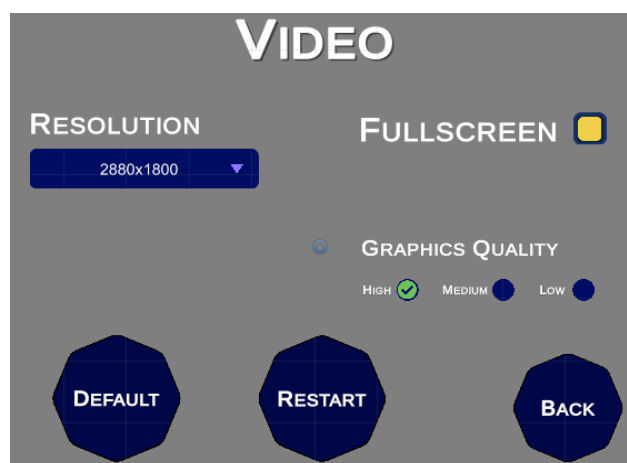


Figura 30: Video Settings UI primer disseny (Pròpia).

Per arribar al disseny mostrat en la [Figura 30](#), s'han passat diverses etapes en les quals s'han analitzat diferents icones i estructures. Anteriorment, hi havia un botó de *save changes* ([Figura 31A](#)), però aquest va desaparèixer a causa que en el focus group aquest es va decidir que era innecessari i per altra banda, Unity guarda automàticament. Per aquest fet va aparèixer el botó de *default*.

A part d'això, per trobar el disseny adient per al *fullscreen toggle* i els *checkbox* de la qualitat gràfica, es van dur a terme algunes proves que es poden veure en la [Figura 31A](#) i [Figura 31C](#) respectivament.

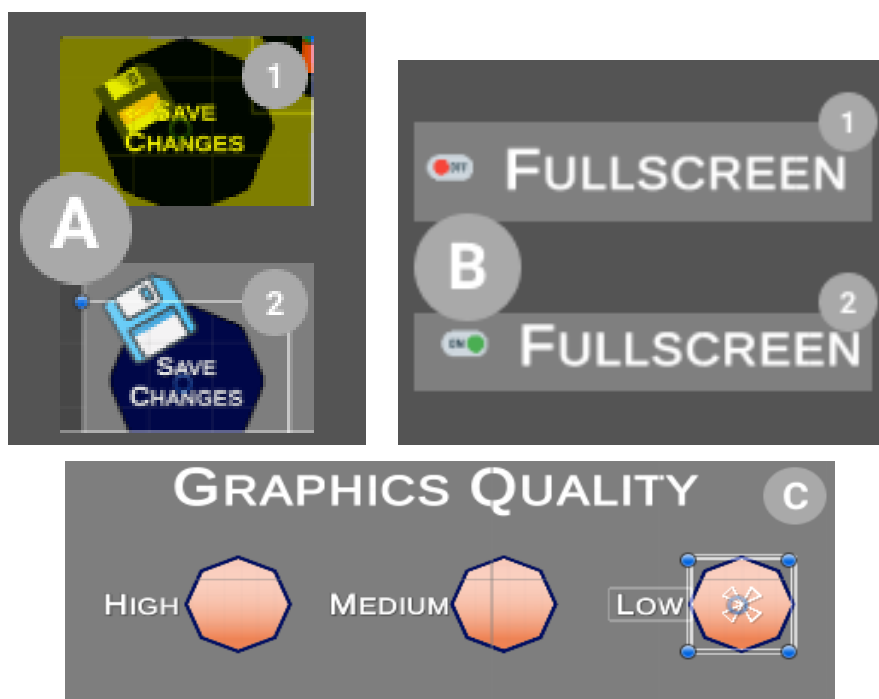


Figura 31: Errors i versions anteriors de la pantalla de video (Pròpia).

La [Figura 31A](#), els nombres 1 i 2 indiquen que l'A1 va ser la primera aproximació al botó de *save changes* i l'A2 va aparèixer com a millora d'aquesta. Pel que fa a la [Figura 31B](#), la connotació per als nombres 1 i 2 és diferent de l'esmentada anteriorment, aquest mostra l'opció desactivada i l'opció activada, demostrant així que és un *toggle* i que només té dues opcions, actua com una variable booleana, o està actiu o no n'està. La [Figura 31C](#) mostra la primera aproximació a botons gràfics que va ser la predecessora a la qual hi ha actualment, ja que es va haver de canviar perquè el check transmet que una opció està activa i l'usuari ho interpretarà més fàcilment.

### Pantalla de Configuració de l'Idioma (*Language Menu*)

S'accedeix a aquesta pantalla a partir del menú d'opcions (*settings*). Tal com es veu en la [Figura 32](#), aquesta pantalla conté tres botons que permeten canviar l'idioma a un dels no seleccionats i també es garanteix l'opció d'una tornada enrere perquè l'usuari sempre tingui aquesta possibilitat. A més a més, cal destacar que el disseny és molt similar al que es va estipular en el prototipat funcional ([Figura 32](#)).

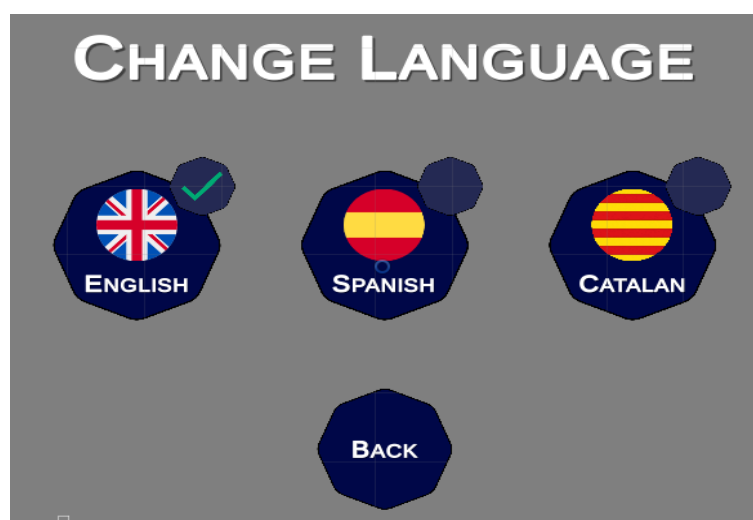


Figura 32: *Language Menu* [Menú que hostatja la funcionalitat del canvi d'idioma] (Pròpia)

### Menú Principal (*Main Menu*)

Aquest menú consisteix la pantalla inicial que veurà l'usuari, per tant, ha de ser impactant, és a dir, que capti l'atenció de l'usuari.

A mesura que s'anava desenvolupant aquesta part, es va veure que es necessitava un logotip (secció [4.3.2.1.1](#)) el qual utilitzar en el menú principal perquè aquest destaqués respecte als altres i per tal que l'aplicació tingués una forma d'identificació, ja que el logotip també contenia una sigla que identificarà la nostra aplicació.

El desenvolupament d'aquest menú ha patit tres etapes destacables, la primera que va ser la d'estructuració dels elements que va consistir a realitzar la disposició que es veu en la [Figura 33A](#). Per altra banda, les altres dues van ser el canvi d'icona del botó settings, ja que per tal que seguís la temàtica de les altres dues icones es va canviar i també per tal d'aportar una major usabilitat a la pantalla.

Els usuaris van requerir l'addició d'un botó d'ajuda per tal de mostrar un tutorial perquè aquests aprenguin com funciona la interacció de l'aplicació. Tot i que, el tutorial es mostrarà a l'inici de l'aplicació i es podrà tancar si ja s'ha utilitzat l'aplicació ([Figura 33B](#)).

Un cop tots els requeriments i canvis ja havien estat aplicats a l'aplicació, es va decidir que es ficaria un vídeo propi com a rerefons de l'aplicació per tal que causi més impacte a la visualització dels usuaris ([Figura 33C](#)).

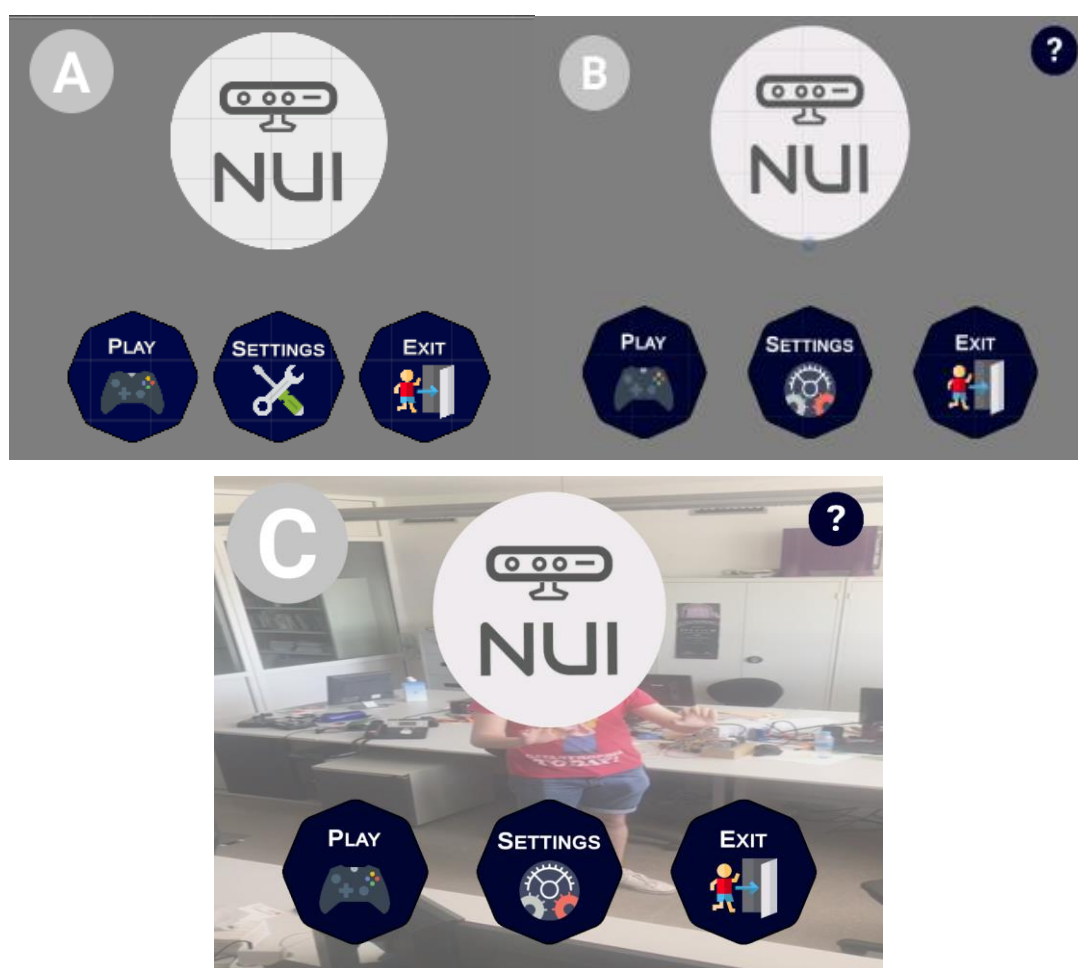


Figura 33: Main Menu UI primer disseny (Pròpia)



## Confirmació d'accions perilloses

Quan vols sortir de l'aplicació com que és una acció delicada, s'obra una nova pantalla amb un missatge que et diu si estàs segur de realitzar l'acció corresponent al botó clicat ([Figura 34A](#)).

Aquest fet s'ha creat per evitar tancar l'aplicació sense voler o per evitar accions que poden fer enfadar a l'usuari si aquestes no estan controlades (canviar les opcions a les per defecte [Figura 34B](#)), reiniciar l'aplicació 3D ([Figura 34C](#)) i anar des del menú de pausa al menú principal ([Figura 34D](#))).

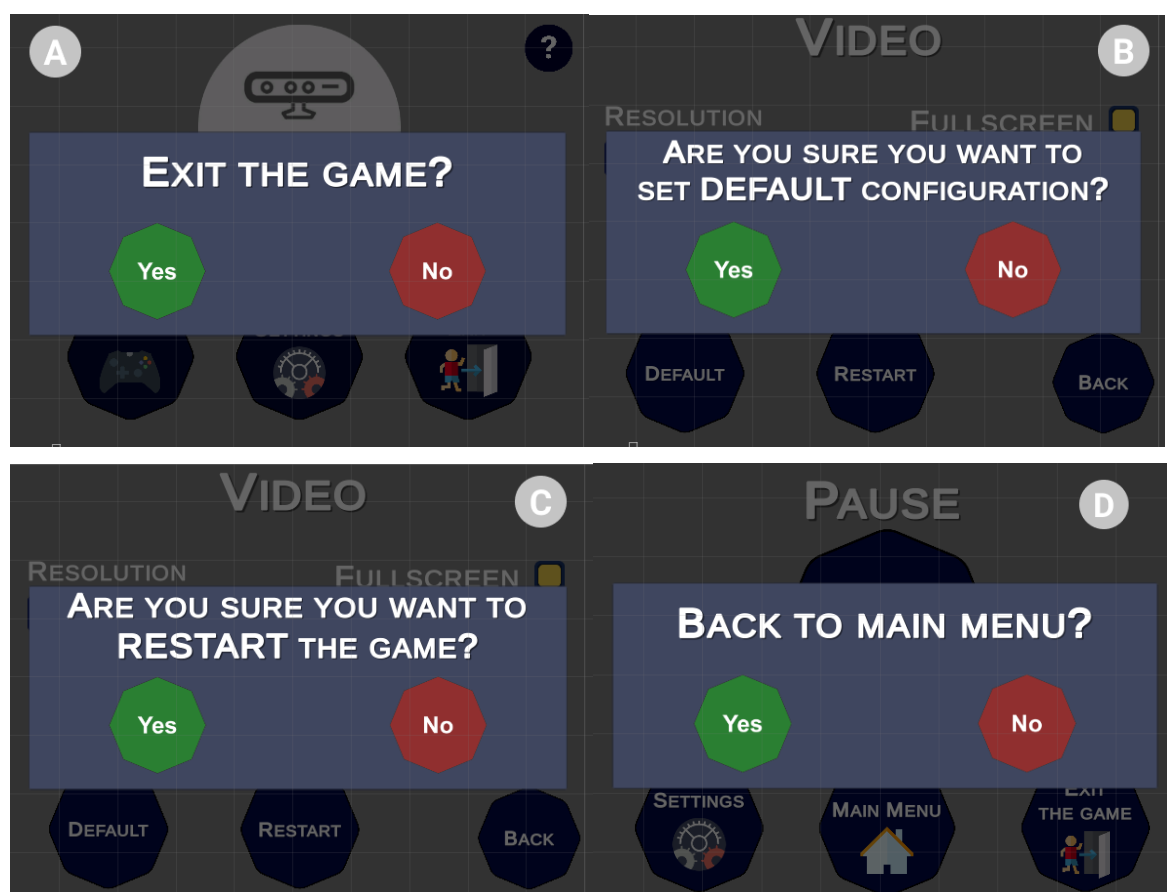


Figura 34: Doble comprovació en els botons que realitzen accions que provoquen grans canvis. (Pròpia).

El codi de colors dels botons de Yes i No, indica que el fet de confirmar l'acció serà en verd perquè simbolitzem el fet de seguir amb el camí escollit en clicar el botó, en canvi, l'altre botó serà vermell a causa que ens indica que és cancel·larà l'acció que havia obert aquesta pantalla que se superposava a l'altra.

Abans de realitzar el disseny dels diversos menús, es va crear un logotip que es va anar perfeccionant paral·lelament a la creació de les pantalles.

#### 4.3.2.1.1 Disseny del logotip de l'aplicació

En la [Figura 35](#) es pot veure les múltiples aproximacions que es van anar dissenyant del logo, ordenades de la A a la E.

La [Figura 35A](#) ha estat la primera aproximació de disseny en la qual es va incloure la frase que en aquell moment incloïa l'aplicació, les imatges de dues mans simbolitzant la interacció que es faria amb les mans, un objecte 3D que canvia de forma referenciant l'objectiu final de l'aplicació 3D (modelitzar un objecte) i tot això en una pantalla i a sobre d'aquesta, una càmera que serà la que detecta la interacció basada en moviments. Aquest va ser descartat, ja que estava massa carregat i es va decidir optar per un logo més simple.

A partir d'aquí, es va fer un canvi radical al logo ([Figura 35B](#)) amb un fons blau i es van mantenir la càmera i les mans per mantenir el significat. A més a més, es va afegir un esquelet creat amb punts fent referència al que crea la càmera quan detecta una persona. Tot i això, aquest també va ser descartat pel mateix motiu que l'anterior, seguia estant massa carregat d'informació.

A continuació, es va canviar un altre cop el disseny del logotip i es va crear un disseny similar a la [Figura 35B](#) però en un objecte 3D amb cada cara visible amb una icona amb els significats explicats anteriorment. Aquest contenia un nou element, que és el text "NUI", aquest ja es va quedar com a nom per al logotip final. Tot i que, el nom sí que es va mantenir, la resta va ser descartat perquè continuava tenim massa elements, ja que com he dit anteriorment, es buscava aconseguir un logotip simple i efectiu.

De sobte, em va aparèixer la idea de realitzar ([Figura 35D](#)) una rodona en la qual només fica el nom la càmera i una mà com a punt de la lletra I. Aquest ja complia les expectatives però tampoc va ser el definitiu, ja que amb la intenció de veure si quedava millor amb la mà o sense, vaig esborrar-la del logo ([Figura 35E](#)).

Llavors, vaig decidir que el logotip de l'aplicació seria aquest perquè complia amb la simplicitat cercada i transmetia l'essència del fet que era una aplicació natural o que fa ús d'una càmera per al seu funcionament.

Aquesta deducció i el nom fan que es dedueixi del fet que tractarà l'aplicació només visualitzant el logotip.

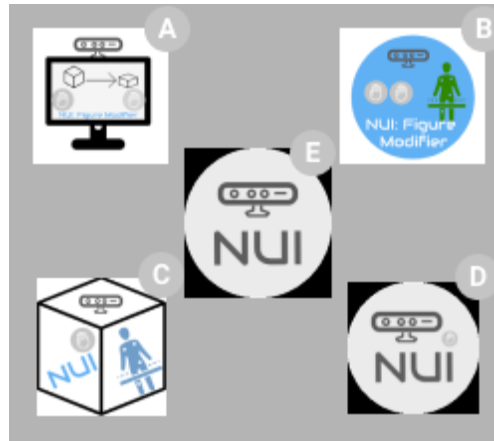


Figura 35: Procés de disseny de logos (Pròpia).

#### 4.3.2.2. Unity UI: Funcionalitats

En aquest apartat s'explicaran totes les funcionalitats que s'han implementat per tal que la interacció es pugui dur a terme de forma fluida i senzilla. Abans d'explicar com s'ha realitzat cadascuna de les funcionalitats, es tractaran les bases de Unity:

- *UI Button Event*. Cada botó té associat un event de *OnClick* (Figura 36) el qual s'activa quan l'usuari fa clic en algun element de la interfície que tingui un script com aquest associat, és a dir, que sigui un botó o que se li hagi associat de manera manual.

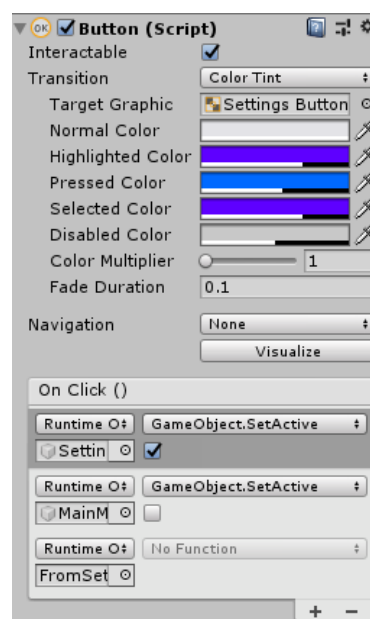


Figura 36: Button Script OnClick (Pròpia (Unity IDE)).

→ **Add Component.** Per tal d'afegir elements extres (a partir d'ara es parlarà d'aquests elements extres com components) a un objecte d'Unity (a partir d'ara els anomenarem *GameObjects*), es fa el procediment de fer clic a **Add Component** i escollir el tipus de component que es vol i s'afegeix ([Figura 37](#)).

Tot i que, també hi ha una forma alternativa de fer-ho, però només amb els components de tipus script. Aquest mode funciona de forma que arrossegant el script a sobre del gameobject, aquest s'hi afegeix.

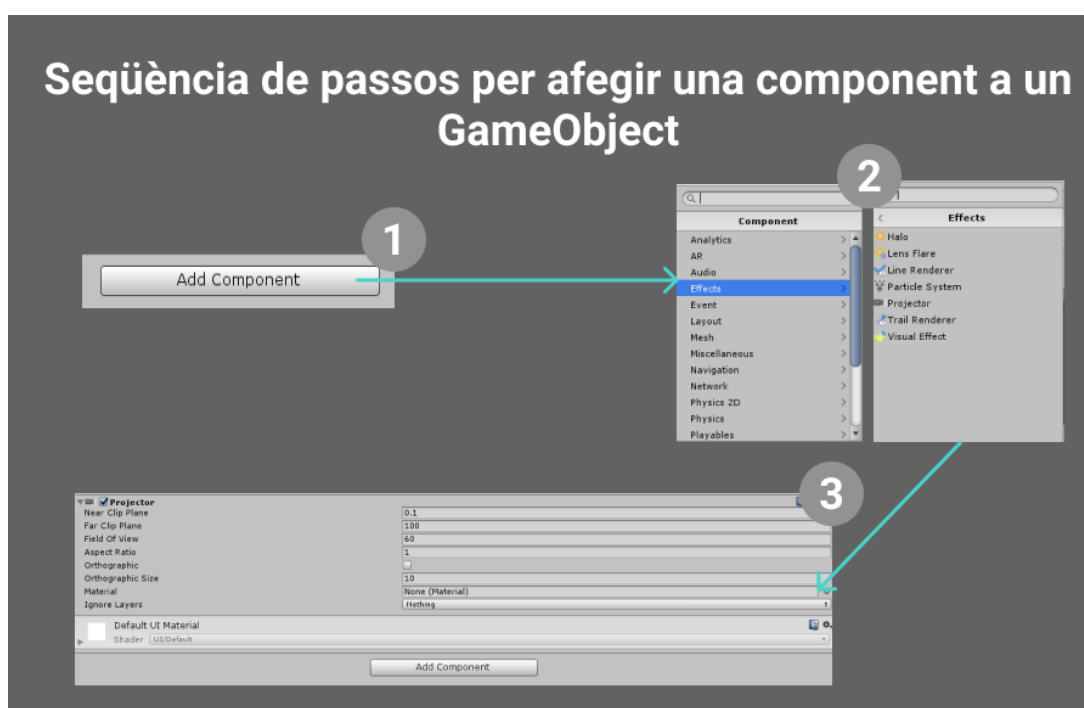


Figura 37: Seqüència de passos per afegir una component a un GameObject (Pròpia).

Les funcionalitats que s'han implementat són (Els scripts corresponents a cada funcionalitat s'afegiran en l'[Annex B](#)):

- **Canvi d'una pantalla a una altra.**

Aquesta funcionalitat no requereix cap script, ja que es pot fer mitjançant l'ús de l'onclick dels botons i en funció del botó doncs activar un gameobject i desactivar-ne un altre.

En el nostre cas hem creat els menús com a diferents gameobjects que poden ser activats o desactivats amb facilitat, per tal de poder realitzar la navegació per la interfície de forma simple (exemple en la [Figura 36](#)).

En aquest apartat, també s'inclouen les funcionalitats de mostrar i amagar el tutorial i les pantalles de superposició per confirmar si realment es volia realitzar una acció determinada, ja que aquestes es duen a terme de la mateixa manera que la navegació entre menús.

- **Back button.** Aquest punt ha estat creat amb la finalitat d'explicar la funcionalitat que tracta sobre que el botó back del menú de settings ([Figura 27](#)) sigui capaç de tornar al menú del qual provenia. Per fer-ho s'han dut a terme dos scripts.

El script de settingsfrom.cs ([Annex B](#)) s'encarrega de gestionar si prové del menú de pausa o del menú principal mitjançant l'enviament d'una booleana a l'altre script (backTo.cs ([Annex B](#))).

Aquest últim gestiona cap a quina pantalla tornar depenen del que hagi rebut de l'altre script.

- **Traducció.** Aquesta funcionalitat consisteix a traduir els texts de l'aplicació als 3 idiomes disponibles (Anglès és l'idioma per defecte).

Per tal de dur-la a terme, s'han creat dos scripts, el "langChooser.cs", que té com a funció l'emmagatzematge de les traduccions per cada idioma, i el "langSetter.cs", que consisteix en el fet que a partir del Main Block i del seu rect transform, s'obtenen tots els fills d'aquests i s'iteren sobre aquests basant-se en el nom que tenen i accedim als que contenen la paraula "text" en el nom de l'objecte (fem ús de la funció *ContainsText*) i fent ús de la funció *SetText* o *SetTextMeshPro* (depenent de si el gameobject que estem analitzant consta d'un component "text(script)" o d'una component "textmeshpro(script)"), canviem el text a l'idioma pertinent fent ús de les dades emmagatzemades en l'altre script.

Realitzant aquest mateix procediment per a tots els elements de la interfície, som capaços d'aplicar traducció.

S'ha dut a terme d'aquesta forma perquè a l'utilitzar la capacitat d'activació/desactivació dels gameobjects, els altres mètodes no servien, ja que només trobaven les dades dels gameobject actius. Per tant, com que la navegació estava implementada mitjançant l'activació i desactivació dels gameobjects, aquesta ha estat l'única forma viable de fer-ho, després d'una cerca exhaustiva en els manuals d'Unity [\[4\]](#)[\[5\]](#).

- **Canvi de resolució.** Aquesta funcionalitat només funciona quan l'aplicació està construïda. La creació d'aquesta es va dur a terme mitjançant un desplegable que contindria totes les resolucions que Unity tingui configurades i que automàticament selecciona la resolució de la teva pantalla.  
Si es realitza un canvi en la resolució fent ús del desplegable, aquest és aplicat automàticament al codi mitjançant la funció `setResolution(int index)`.
- **Canvi de qualitat gràfica.** El canvi de qualitat gràfica es duu a terme mitjançant el clic en un dels botons que determinen la qualitat dels gràfics (alts, mitjans i baixos). En iniciar l'aplicació, per defecte, estarà seleccionada l'opció de qualitat gràfica alta (high).
- **Fullscreen.** Fent ús de la booleana de `setFullscreen`, que ens ofereix Unity, i se li dóna valor true o false depenen de si el *toggle*<sup>16</sup> està actiu o no.
- **Restart.** Reinicia l'aplicació 3D des de la interfície. Aquesta funcionalitat s'ha fet en aquest instant però no s'ha comprovat i aquesta comprovació no es realitzarà fins a l'apartat on estiguin ambdues parts integrades.
- **Default.** Aquesta funcionalitat tornarà els valors de les opcions als que inicialment aquestes tenien.
- **Mute/Unmute.** Aquesta funcionalitat consisteix a eliminar el so en la seva totalitat o si la desactivem, provocarà que el so torni a aparèixer amb la mateixa intensitat que abans d'aplicar-li el silenci.

Per altra banda, si es modifica el volum del slider i aquest botó estava actiu, és a dir, que no hi havia so. Llavors, el so tornaria a estar actiu amb el decrement o augment de volum aplicat.

- **Slider de volum amb els seus respectius botons de menys i més.** Per tal de controlar el volum de la nostra aplicació, s'ha dut a terme l'ús d'una eina d'Unity anomenada `audioMixer`, a partir de la qual podem manipular el so.

---

<sup>16</sup> Toggle: <https://www.wordreference.com/es/translation.asp?tranword=toggle>

Per tant, per fer ús de l'audio mixer mitjançant la nostra slider s'ha dut a terme un script que vinculi els valors de volum de la nostra slider amb els valors de volum de l'audio mixer.

Per aquest motiu, hem canviat els valors del nostre slider de 0 a 100, ara han passat a ser, de 0 a -80, ja que l'audio mixer té com a valor mínim -80 i com a valor màxim 0. Cal destacar que, com ja s'ha dit en la part de disseny i tal com es pot veure en el script (Annex B), hi ha quatre franjes entre les quals es divideix la barra volum i en cadascuna d'elles hi haurà una icona diferent depenent del nivell de volum ([Figura 38](#)).

Per altra banda, si enlloc d'emprar el slider, volem utilitzar els botons que té aquest a esquerra i dreta, el que es farà es augmentar (botó +) o decrementar (botó -) en 16 el volum, si es que es possible. Si no ho fós, es duria a terme un augment fins al màxim o un decrement fins al mínim ([Annex B](#)).



Figura 38: Slider de volum (Pròpia).

- **Salir aplicación.** Fent ús del mètode Quit, que ens ofereix Unity, es tanca l'aplicació. Aquest fet només es durà a terme, si i només si, s'hi ha construït el projecte si no, per saber si el funcionament és correcte, es mostra un missatge per consola que diu Quit, simbolitzant així la sortida de l'aplicació. Funcionalitat “perillosa” que requerirà doble confirmació per part de l'usuari.
- **Pausar Aplicación i Resumir la aplicación pausada.** Aquestes dues funcionalitats es duran a terme en la fase d'integració de les dues parts, ja que necessitem aquests parts per poder-la aplicar.
- **Tornar al menú principal.** Funcionalitat “perillosa” la qual requerirà doble confirmació per part de l'usuari. Ofereix la possibilitat d'anar des del menú de pausa al menú principal de l'aplicació.

- **Adaptació a qualsevol pantalla.** L'adaptabilitat de la interfície és un element clau en el desenvolupament d'aquesta i per tant, no s'ha fet ús de cap script sinó que mitjançant l'adaptació del canvas ([Figura 39A](#) i [Figura 39B](#)) i les anchors ([Figura 39C](#)) que tenen els UI panels, amb els que s'hi ha construït la interfície (aquests hereten el seu posicionament de l'objecte pare), s'ha aconseguit l'adaptació a qualsevol mena de pantalla.

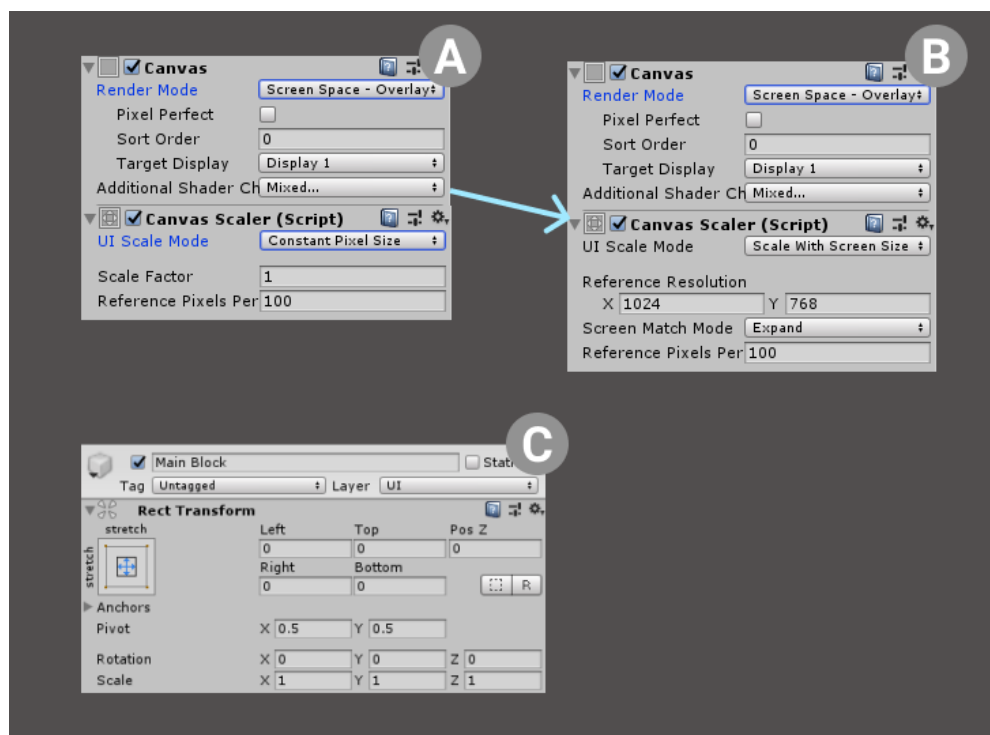


Figura 39: Canvas and Anchors (Pròpia).

La [Figura 39A](#) i [Figura 39B](#) mostra el canvi que es va realitzar en el canvas per tal d'aconseguir aquesta adaptació per cada pantalla. Partint del que es visualitza a la [Figura 39A](#), que és un sistema de mida de pantalla estàtica (els elements de la pantalla no s'adaptin a les diferents resolucions sinó que mantenen les mides independentment de la resolució).

Per tal de fer que aquests elements s'adaptessin als diferents tamanys de pantalla, s'ha dut a terme un canvi en el UI Scale Mode ([Figura 39B](#)) i aquest permet incloure una resolució de referència a partir de la qual adaptar la interfície (pantalla de la UI activa) segons la mida de la pantalla del dispositiu al que aquesta s'està utilitzant.



#### 4.3.2.3. Unity UI: Redisseny de la Interfície

El desenvolupament i adaptació de la interfície ens va portar a aquesta fase la qual inclou el redisseny de la interfície, per tal de fer-lo, es va haver d'aprendre a utilitzar Photoshop CS6 [\[19\]](#).

Photoshop és una eina de creació i edició d'imatge amb la qual es pot realitzar qualsevol element que tu t'imaginis. S'ha decidit utilitzar aquesta eina perquè permetia donar-li un canvi radical al disseny de la interfície i va ser a causa que no es va trobar cap imatge que pogués ser útil com a botó de les múltiples escenes i es va acabar concluint que si no se'n trobava cap, doncs, aquesta imatge havia de ser creada per mi.

S'ha fet ús d'aquesta eina per a crear noves imatges que servien de botó i per reforçar-ne d'altres i que aquestes s'adaptessin com es volia a l'entorn on havien de ser utilitzades.

##### 4.3.2.3.1. Redisseny UI

Aquesta part conté una millora substancial en el disseny. Aquesta millora es va dur a terme per evitar que a l'hora d'integrar ambdues parts, aquestes semblessin dues aplicacions totalment diferents.

A part d'aquest fet, també es va realitzar per causar una millor impressió en l'usuari i així aquest no comenci la interacció amb una experiència negativa com és que no li agradi el disseny de la interfície.

Per aquest mateix motiu s'ha de considerar el disseny d'una interfície com la peça clau de tot el projecte. Abans de parlar-ne s'explicarà el disseny dels botons que formen part de la UI:

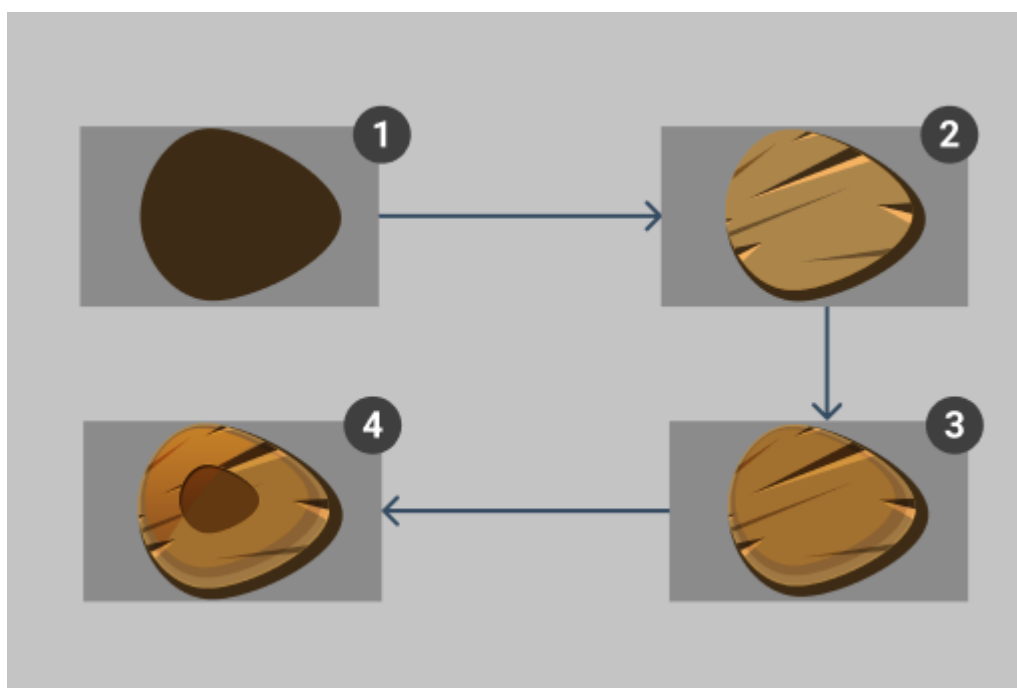
#### → Creació del disseny dels elements de la interfície

Abans de poder iniciar el canvi en les diferents pantalles de la interfície, es van crear una sèrie de botons que permetrien realitzar la millora d'aspecte que es pretenia.

El primer i més important, va ser el botó de la [Figura 40](#), el qual ha estat emprat per a tots els botons principals de les escenes que tenien una icona i un text. Aquest botó es va emprar fent ús d'el·lipses ([Figura 40-1](#)) com a base de cada capa, també es va fer ús de les eines de retall i aplicant múltiples capes de diferents colors crear la [Figura 40-2](#).

Un cop creada la base del botó que representa el tronc, es fa ús del mateix sistema de capes però aquestes s'apliquen amb una opció que fa que se superposin al color que hi ha en la capa inferior i així acabar creant la [Figura 40-3](#).

Per acabar la difícil creació d'aquest botó, es va crear una el·lipse més a la qual se li va aplicar sistema interior d'ombres per tal que donés sensació visual de profunditat i un cop això ja estava fet, es va retallar l'última capa per tal de simular la il·luminació d'aquest element ([Figura 40-4](#)).



*Figura 35: Disseny del botó principal de la UI (Pròpia).*

Acabada la creació del botó principal de la UI ([Figura 40](#)), es va descobrir la necessitat d'un botó similar que no disposés d'aquesta elipse que dóna sensació de profunditat, ja que en aquesta és on es col·loca la icona corresponent a la funcionalitat que aquest realitzarà.

Per tal de poder incorporar un nou disseny als botons que no disposaven d'icona, es va passar del model descrit en la [Figura 40](#) al descrit en la [Figura 41](#).

La diferència entre aquest nou model i l'anterior rau en el pas 4 ([Figura 41-4](#)), ja que en el nou disseny no s'ha afegit l'el·lipse amb profunditat sinó que, directament, s'ha aplicat el retall de la capa superior per imitar la il·luminació sobre el botó i per tant, finalitzar el disseny del botó secundari de la UI.

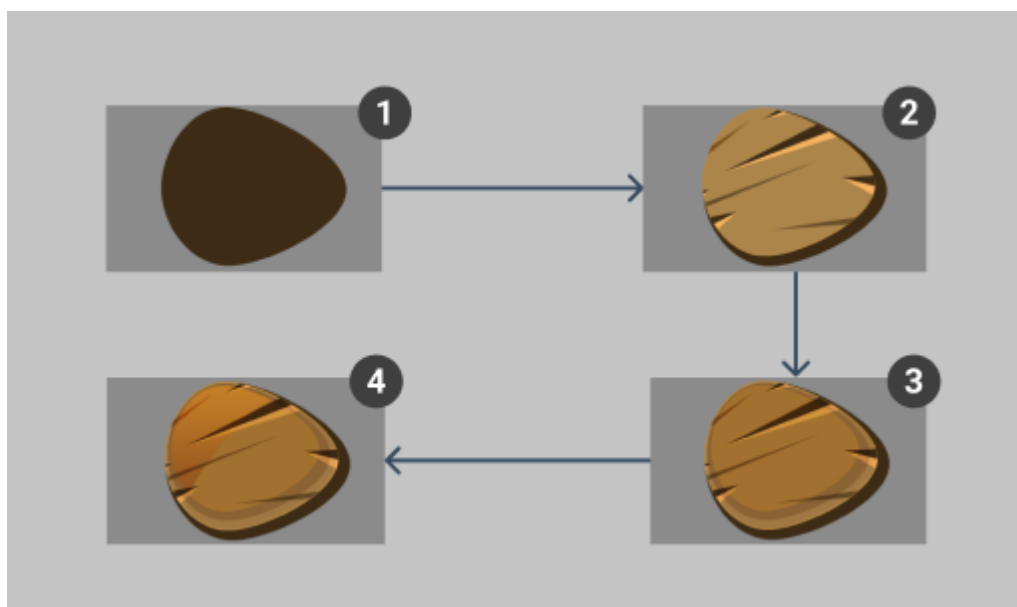


Figura 41: Disseny botó secundari UI (Pròpia).

Per altra banda, com s'ha anat comentant anteriorment, a part dels dos botons anteriors s'ha dut a terme la creació dels botons que es poden veure en la [Figura 42](#), els quals explicarem per separat l'ús que se n'ha fet i com s'han dut a terme.

El primer d'aquests botons ([Figura 42A](#)) consta de dues etapes, en la primera es va intentar realitzar mitjançant Photoshop però no va tenir gaire bon resultat i per tant, es va acabar retallant d'una imatge<sup>17</sup> d'Internet.

Aquesta figura va ser utilitzada per al desplegable de resolució, tal com es pot veure a continuació ([Figura 47](#)).

Per altra banda, tenim la necessitat de canviar el disseny de les pantalles de doble confirmació, a les quals es va decidir emprar la [Figura 42C](#) com a base, la [42D](#) com a botó (canviant-li el color) i la [42B](#) com a decoració extra sobre la [Figura 42C](#).

<sup>17</sup> Imatge a partir de la qual es va obtenir la figura 37A-2: <https://image.freepik.com/vector-gratis/tablon-madera-vector-aislado-fondo-blanco> 45996-704.jpg

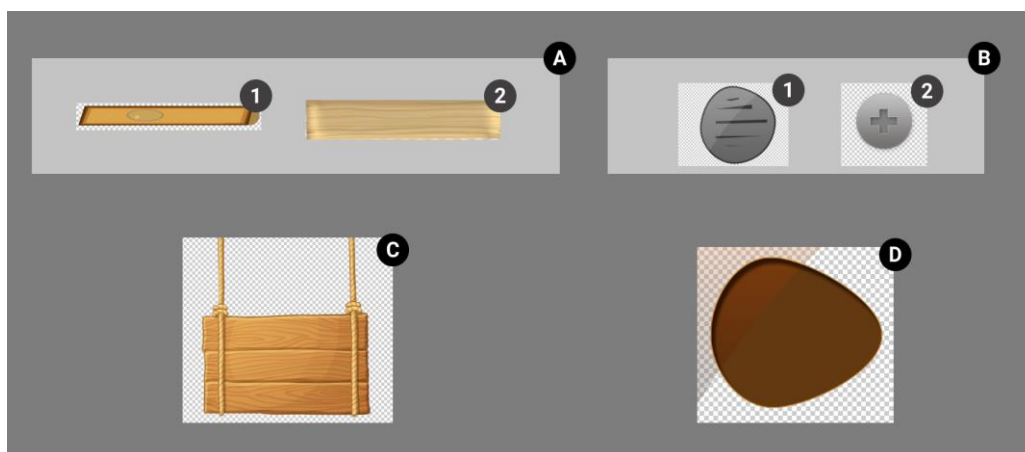


Figura 42: Disseny de la resta d'elements (Pròpia).

Ressaltar el fet que la [Figura 42C](#) ha estat retallada d'una imatge no pròpia<sup>18</sup>.

La [Figura 42B](#) tal com s'ha dit en el paràgraf anterior, es va realitzar amb una finalitat decorativa, la imatge emprada ha estat la [Figura 42B-2](#), ja que la [Figura 42B-1](#) va ser la primera aproximació i a partir d'aquest primer disseny es va crear el segon fent ús de les mateixes tècniques de capes i profunditat que es van emprar per al botó principal ([Figura 40](#)).

Per acabar la part de creació de botons, s'explicarà la creació del botó de la [Figura 42D](#) el qual es va crear mitjançant l'eliminació de tots els passos anteriors per a crear el botó principal ([Figura 40](#)) i amb el simple pas d'esborrar o amagar aquests passos, s'ha aconseguit un nou disseny per a certs botons.

Abans de realitzar l'explicació del redisseny de les diferents pantalles, destacar la desconexió total de l'eina emprada per a la creació de nous dissenys i per tant, d'aquesta forma ressaltar l'aprenentatge realitzat i els resultats aconseguits.

### → Redisseny de les diferents pantalles de la UI

El redisseny de les diferents de les diferents pantalles consisteix a canviar la forma del botó, la icona d'aquest (si en té) i adaptar la mida d'aquest nou model de botons per tal que segueixi mantenint l'estructura del primer disseny. També ressaltar que s'han afegit algunes animacions en les pantalles amb la intenció de millorar la primera impressió que causi quan l'usuari la visualitzi per primer cop.

<sup>18</sup> Imatge no pròpia per a la [Figura 37C](#): <https://mobile-cdn.123rf.com/300wm/annzabella/annzabella1508/annzabella150800033/44220295-conjunto-de-banderas-de-madera-clara.jpg?ver=6>

El primer menú a rebre aquests canvis ha estat el menú principal ([Figura 43](#)). S'ha canviat la temàtica de les icones a una més taronja, ja que l'anterior no combinava correctament amb el nou model dels botons.

A part dels canvis produïts quant a icones i botons, s'ha afegit una animació la qual provoca que en el moment que l'usuari accedeixi al menú principal els botons comencin a caure cap a la dreta de forma coordinada, és a dir, primer el de *Play*, després el de *Settings* i per acabar el d'*Exit*. Aquesta animació no impedeix a l'usuari interactuar amb la pantalla mentre aquesta s'estigui executant. Aquest fet implica que en un principi la pantalla es veu com en la [Figura 43A](#) i en acabar l'animació, es veu com a la [Figura 43B](#).

S'ha realitzat aquesta animació per crear una sorpresa en l'inici de l'aplicació i que l'usuari tingui la inquietud de quines altres sorpreses hi poden haver inclòs.

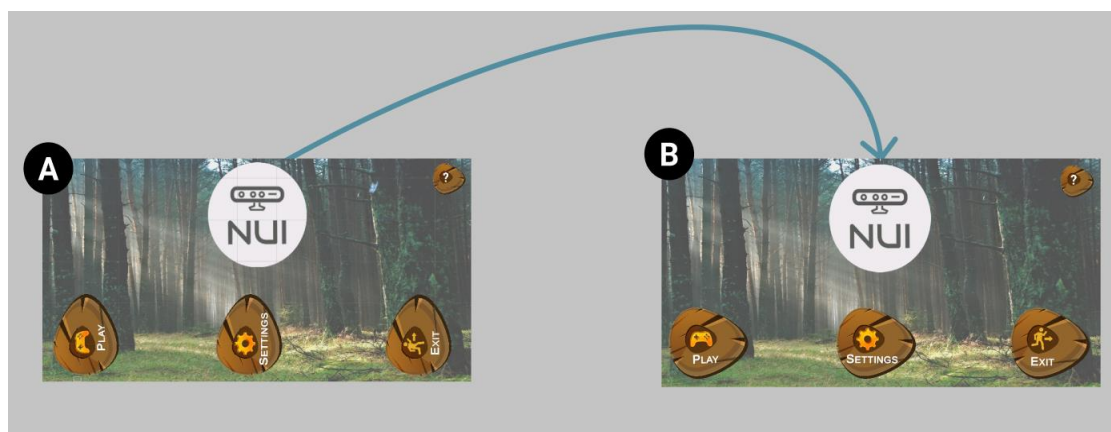


Figura 43: Main Menu V2 [Animated] (Pròpia)

La pantalla que es va realitzar a continuació va ser la del menú de pausa, la qual segueix la mateixa temàtica amb els nous botons i les icones de color taronja, però en aquest cas poden veure que el botó resume ([Figura 44B](#)) no és com els vists fins ara, sinó que es tracta del botó secundari de la UI perquè aquest no disposava d'imatge i per això s'ha fet servir una imatge diferent.

Ressaltar el fet que es representa la [Figura 44](#), aquest consisteix en una animació la qual provoca el pas de la [Figura 44A](#) a la [Figura 44B](#). Aquesta animació es basa en la velocitat de moviment dels botons cap a l'interior de l'escena, és a dir, que tots els botons es desplacen cap a dalt però el botó de Resume ho fa més ràpidament que els altres 3 (aquests altres van a la mateixa velocitat entre ells).

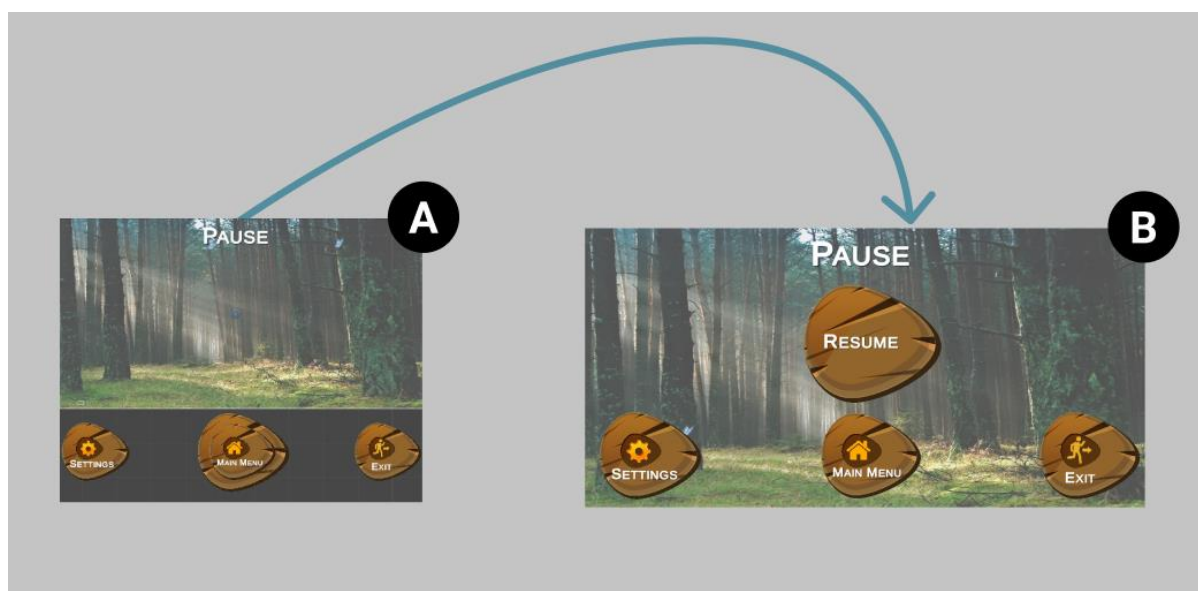


Figura 44: Pause Menu V2 [Animated] (Pròpia)

El següent és el menú de *Settings*, el qual simplement ha sofert canvis en les icones dels botons de vídeo (*Video*) i so (*Sound*). Per altra banda, tal com s'ha comentat en el menú de pausa, hi ha botons que no tenen icona i per aquest motiu se'ls aplica un altre disseny (el botó *Back*) [Figura 45].

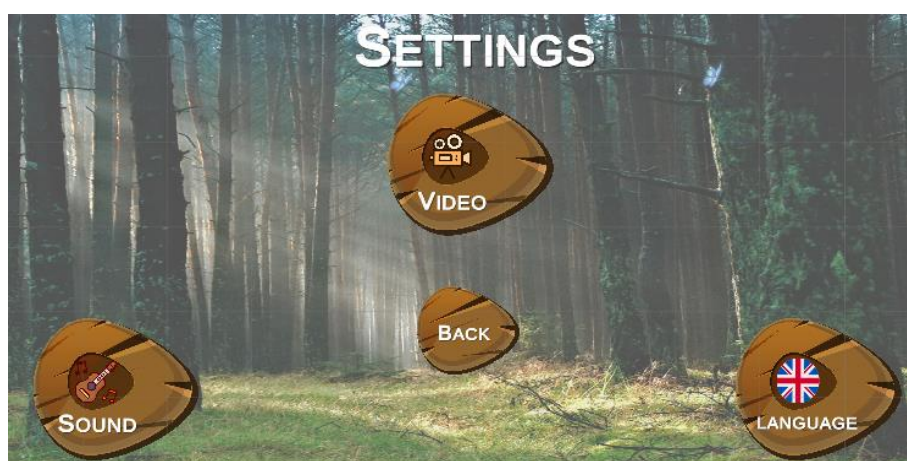


Figura 45: Settings Menu V2 (Pròpia)

El menú de so consta de nous dissenys dels quals, encara, no se n'havia parlat. Aquests són imatges de botons rodons de fusta sobre els quals s'ha aplicat una capa per enfosquir-los i la icona corresponent a la funcionalitat que duen a terme. També s'ha canviat el color del slider.

El menú segueix tenint les mateixes funcionalitats i canvis que en l'anterior disseny (Figura 29) i per tant, això implica que el botó de mute té dues icones, una com la que es veu en la



[Figura 46](#) i l'altra la qual consta d'un disseny idèntic però en lloc d'una ona de so apareix una creu, tot indicant que el so està silenciats.

A part d'això, destacar també que la icona de volum canviarà de la mateixa forma que ho feia en el disseny anterior ([Figura 29](#)) però amb el disseny actual.



Figura 46: Sound Menu V2 (Pròpia)

La pròxima pantalla és la que més canvis de disseny ha sofert ([Figura 47](#)), ja que també és la que disposa de més opcions. Aquests canvis han estat, el desplegable ha passat a tenir el disseny mostrat en la [Figura 47A-2](#) i com a símbol de fletxa, s'ha utilitzat el disseny de la [Figura 47D](#), el qual s'ha adaptat en mida i orientació per tal d'utilitzar-lo com a símbol de fletxa en el desplegable.

Per altra banda, s'ha fet ús d'un cercle i d'un element esfèric (col·loquialment parlant, una bola), un de fusta obscura i l'altre de color verd, respectivament. S'han utilitzat com a *toggle* de pantalla completa, ja que quan està actiu es veu l'element esfèric verd i quan no n'està doncs només es veu el cercle de fusta obscura.

A més a més, es va realitzar la substitució del model de botons sense icones per als botons de *Default*, *Restart* i *Back*.

Tanmateix, ressaltar l'originalitat del disseny dels *checkboxs* de qualitat gràfica, els quals s'han creat fent ús de dues figures de disseny propi ([Figura 47D](#) i [Figura 46](#)), les quals s'han utilitzat com a rerefons del botó i com a farcida, respectivament.

El fet a ressaltar és la intenció del dissenyador per tal de crear un símil amb les glans<sup>19</sup>.

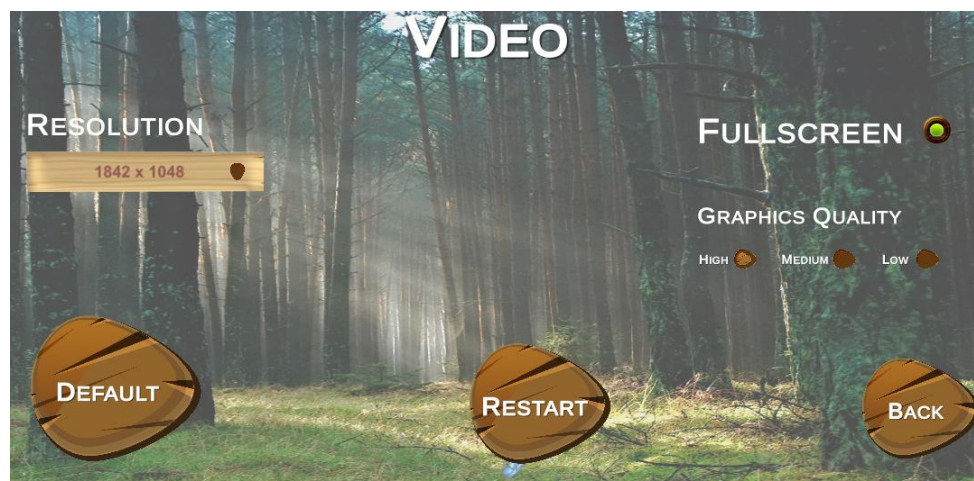


Figura 48: Video Menu V2 (Pròpia)

En el menú destinat al canvi de llenguatge (Figura 48), s'ha canviat el disseny dels botons respectant si tenen icona o no, per tal d'aplicar un model o un altre i per altra banda, s'ha canviat el disseny de les *checkboxs* que determinen i transmeten a l'usuari quin és l'idioma seleccionat.

Ressaltar que en aquesta pantalla no s'han canviat les icones, ja que la bandera que representa a l'idioma no seria la mateixa si li apliquem alguna capa superior que li provoqui un canvi en la coloració.



Figura 48: Language Menu V2 (Pròpia)

<sup>19</sup> Gla: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Gla>



Per acabar amb l'explicació del nou disseny en les pantalles, es mostren els canvis que han sofert les pantalles de doble comprovació, les quals han canviat el rerefons pel de la [Figura 42C](#), i els botons també han canviat agafant el model de botó marró ([Figura 42D](#)) i aplicant-li un color diferent per diferenciar entre l'acció de confirmar (verd) i l'acció de negació (vermell).

Ressaltar també que al nou rerefons, se li han aplicat unes petites decoracions que són els cargols que veiem en cadascuna de les imatges ([Figura 49](#)).

A part dels canvis, veiem que hi ha les mateixes pantalles de doble confirmació que en la primera versió de la UI ([Figura 35](#)), aquestes són al de sortir del joc ([Figura 49A](#)), la d'anar al menú principal des del menú de pausa ([Figura 49B](#)), la de tornar a les opcions per defecte ([Figura 49C](#)) i la de reiniciar el progrés en l'aplicació 3D ([Figura 49D](#)).

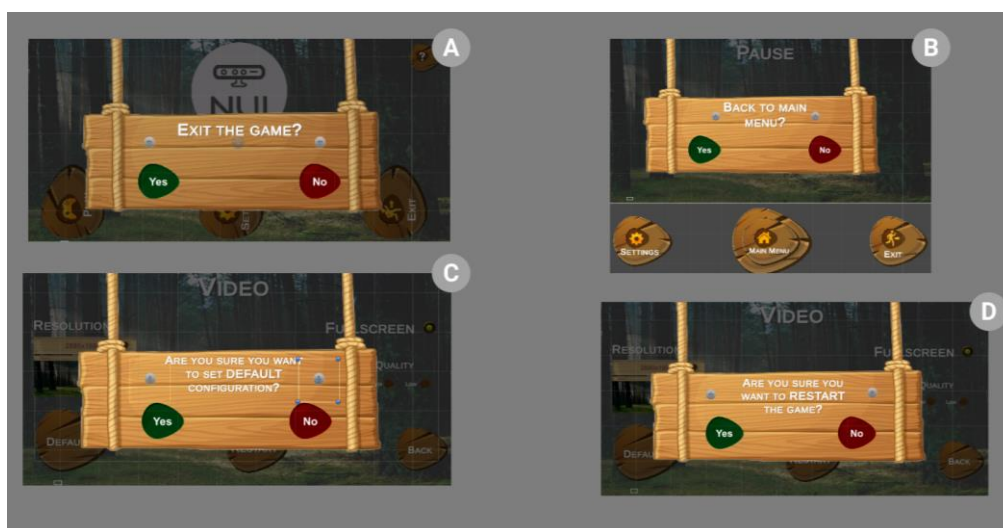


Figura 49: Doble comprovació en els botons que realitzen accions que provoquen grans canvis versió 2 (V2) (Pròpia)

## → Rerefons (*background*) de l'aplicació

El rerefons de l'aplicació, en un principi es va plantejar que seria un vídeo dels desenvolupadors interactuant amb l'aplicació però després d'un *focus group* i del canvi de disseny de la interfície es va optar per canviar el fons, primerament, es va canviar per un fons d'un bosc real ([Figura 50A](#)), però a causa que la temàtica de l'aplicació 3D es *Low Poly*<sup>20</sup>, aquest es va canviar per un bosc d'aquest estil ([Figura 50B](#)).

<sup>20</sup> **Low Poly:** Tipus de disseny basat en polígons (<https://www.invergestudios.com/blog/el-arte-low-poly/>).

Ressaltar també que s'ha afegit una animació que provoca l'aparició de papallones en moviments a través del rerefons, donant així un sutil toc de realisme.

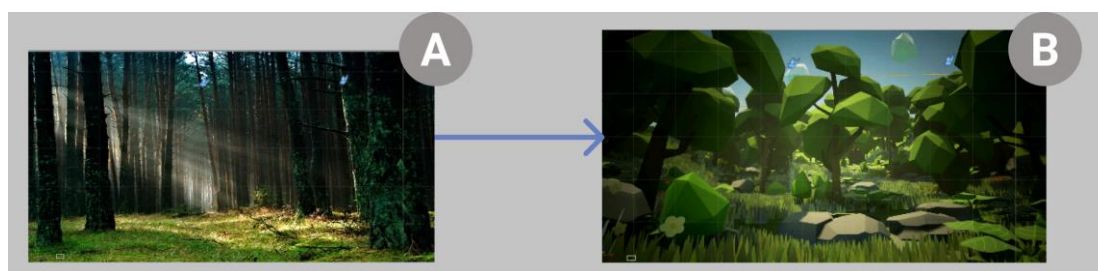


Figura 50: Canvis en la imatge de background (versió 2 i versió 3)(Pròpia)

#### 4.3.2.4. Reconeixement de les mans i integració de gesticulacions

Aquest apartat explica com s'ha dut a terme el desenvolupament que ha permès aplicar el clic mitjançant l'ús de la interacció basada en moviments de les extremitats superiors d'una persona, aquests moviments no necessiten ser apresos, ja que una persona els realitza cada dia en el seu àmbit quotidià.

Abans de començar a programar el script que permet la interacció comentada en el paràgraf anterior, s'ha de preparar l'entorn sobre el qual actuarà i això vol dir que només hi hagi marcades les mateixes caselles que en la [Figura 51](#).

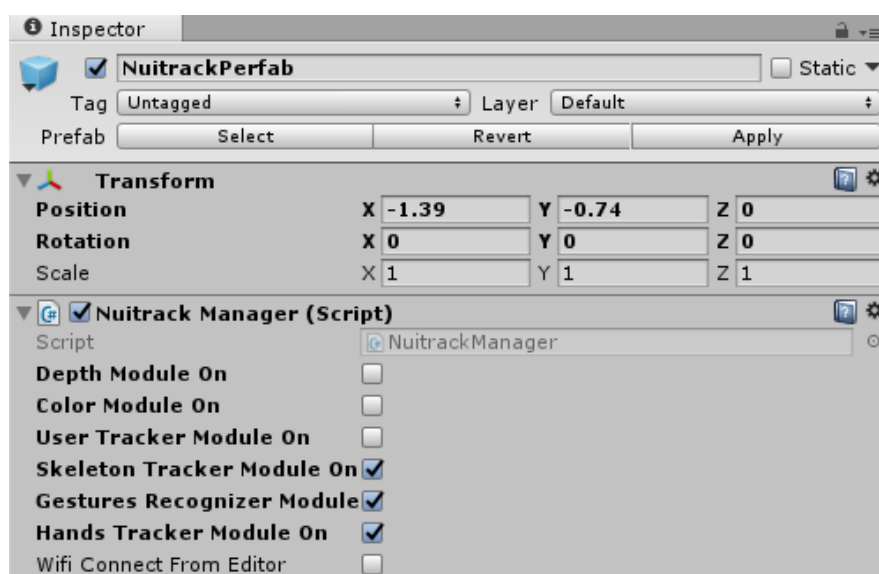


Figura 51: Canvis en el prefab de Nuitrack (Pròpia)

No obstant això, també s'ha d'aplicar un altre canvi de vital importància per al funcionament correcte d'aquest tipus d'interacció. Aquest canvi consisteix a canviar el mode de renderitzat

de la UI en el seu Canvas i un cop canviat, afegir la càmera a l'apartat de *Render Camera* per tal que quedi igual que en la [Figura 52](#).

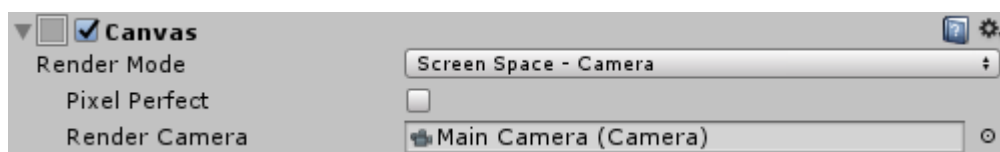


Figura 52: Canvis en el Canvas Render Mode (Pròpia)

En aquest punt ja tenim l'entorn preparat i per poder aconseguir un símil a la [Figura 53](#), hem de crear dos GameObjects, cadascun d'ells representarà una mà i a aquests se'ls afegirà el script ([Annex C](#)) que s'haurà creat per tal de tenir la possibilitat de moure les mans i que canviï la imatge del GameObject de forma que quan l'usuari tanqui la mà aquesta es tanqui també.

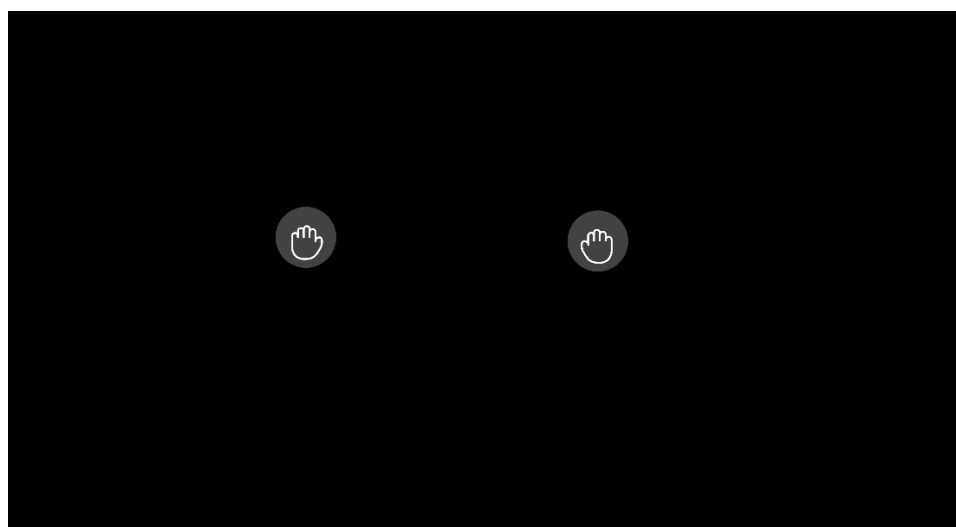


Figura 53: GIF representant el moviment de les mans i la detecció de la gesticulació d'obrir i tancar. ([Nuitrack Tutorials](#))

Abans de la captació d'esdeveniments, cal comentar que les mans estan a un nivell diferent que Unity i per tant, la interacció que en un principi vindria per defecte (si fessim anar un ratolí) en el cas actual ha estat creada per mi amb ajuda dels tutorials que ofereix Nuitrack sobre Unity. [\[6\]](#)

Per tal que les mans ([Figura 53](#)) detectessin els elements de la interfície s'ha utilitzat una opció d'Unity que és el Raycasting ([Figura 54](#)) que consisteix en el fet que la càmera és capaç de detectar, mitjançant un raig, tots els elements que hi ha en la pantalla en aquell moment (les mans no són afectades perquè estan a un nivell independent).

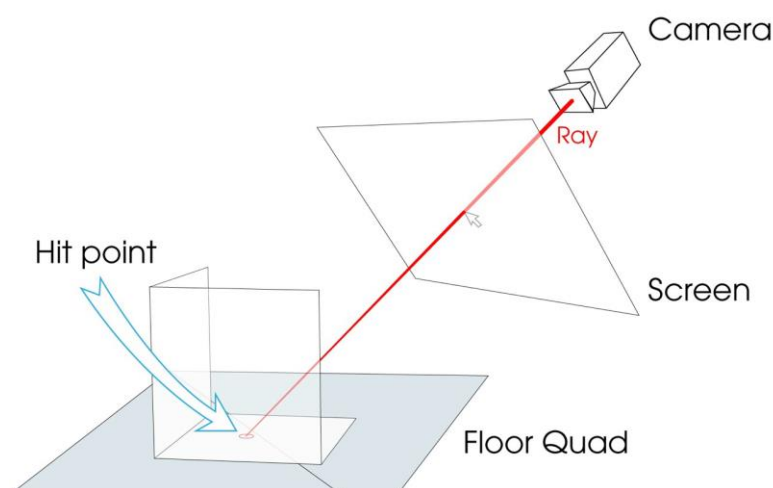


Figura 54: Unity Raycasting (Pròpia)

Fent ús d'aquesta funcionalitat es fa possible la interacció amb les mans, ja que les mans ara ja són capaces de navegar per la UI i si hi hagués alguna funcionalitat activada (clicar, arrossegat, etc.) es podrien emprar com a substitutes del ratolí en aquesta interfície.

Un cop realitzada aquesta part, es va prosseguir amb la incorporació dels esdeveniments de clic, cal destacar que aquesta interacció s'ha de dur a terme per cada element diferent en Unity, és a dir, s'ha de fer el clic pels botons, el clic pels *toggles*, etc.

La implementació d'aquest pas està en l'[Annex C](#).

#### 4.3.2.5. Adaptació UI a interfície natural

En aquest apartat s'han realitzat canvis en la UI a causa que en afegir la interacció basada en moviment s'ha vist que hi havia elements o, fins i tot, pantalles, les quals s'havien d'adaptar per a poder ser interactuades d'aquesta nova forma.

Els canvis han estat els següents:

##### → Redisseny l'apartat d'opcions de vídeo.

En aquest apartat s'inclouen els canvis realitzats en el disseny i la conversió d'una pantalla d'opcions de vídeo ([Figura 47](#)) en tres (La pantalla d'escollir quines opcions de vídeo modificar ([Figura 55](#)), la de les opcions centrades en la pantalla ([Figura 56](#)) i la de les opcions centrades en la qualitat gràfica ([Figura 57](#))).



Figura 55: Video Settings I (Redisseny 2) (Pròpia).

Tal com es pot veure en la [Figura 55](#), aquest redisseny inclou en una sola pantalla dues opcions de redirecció a les opcions relatives a pantalla (Screen) i les relatives a qualitat gràfica (Graphics) i un botó que és necessari per a poder tornar enrere en la nostra interfície, aquest és el botó de *Back*, el qual ens permet tornar a la pantalla anterior de la qual es provenia. També disposa dels botons comentats anteriorment ([Figura 47](#)), default i restart, els quals han estat posicionats en aquesta pantalla perquè l'usuari no hagi d'endinsar-se en les pantalles de la UI (menus d'opcions) per tal de poder reiniciar l'aplicació 3D (*restart*) o retornar les opcions al seu estat per defecte (*default*).

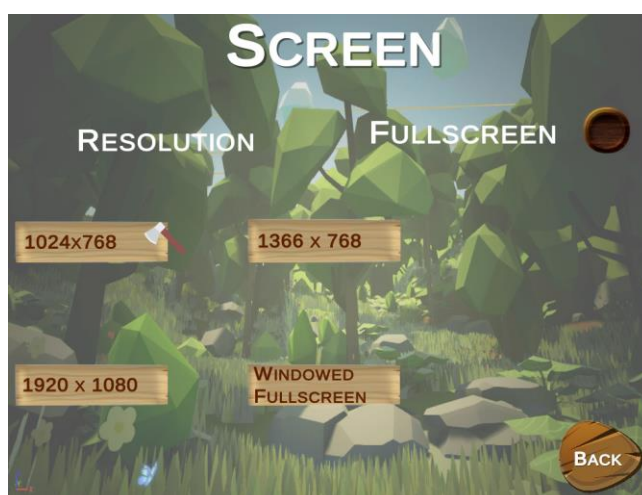


Figura 56: Video Settings II. Scene Settings (Redisseny 2) (Pròpia).

En la [Figura 56](#) es pot veure el disseny de la nova pantalla, la qual gestionarà tot el relacionat amb la configuració de la resolució i pantalla completa. Tal com apreciem

en la [Figura 56](#), la part de la resolució ha sofert un canvi substancial respecte al disseny anterior ([Figura 47](#)), ja que en lloc d'haver-hi un desplegable en el qual escollir la resolució, hi ha quatre resolucions (1240x768, 1366x786, 1920x1080 i l'opció perquè l'aplicació tingui la capacitat d'adaptar-se a la resolució màxima de pantalla però, sense ser pantalla completa).

Com en quasi tota pantalla de la UI, és necessari un botó (botó de *Back*) per poder tornar enrere cap a la pantalla anterior.



Figura 57: Video Settings III. Graphics Quality Settings (Redisseny 2) (Pròpia)

Aquesta pantalla ([Figura 57](#)) conté l'opció de canviar la qualitat dels gràfics, la qual anteriorment ([Figura 47](#)) era d'una mida realment petita i per tant, dificultava la recentment integrada nova forma d'interacció (interacció basada en moviments).

En definitiva, també disposa del botó per tornar enrere i el canvi realitzat consisteix en una redimensió dels botons per tal que sigui possible dur a terme una millor interacció utilitzant la interacció basada en moviments.

Aquesta modificació s'ha dut a terme perquè, com s'ha dit abans, no hi havia una interacció còmoda i, a més a més, hi havia opcions de mida excessivament petita les quals amb aquest nou format tenen la mida adequada per una millor interacció.

A causa del canvi visual realitzat en la UI, s'han hagut d'adaptar certes funcionalitats perquè cohesionin correctament amb la nova estructura.



→ **Adaptació de les funcionalitats, prèviament realitzades, al nou disseny.**

El canvi de disseny realitzat va ser la causa d'haver de reestructurar o refer les funcionalitats següents (els canvis en les funcionalitats els trobareu a [l'Annex C](#) amb el subtítol versió 2):

◆ **Traducció.**

Aquesta part a resultat ser una simple reestructuració del codi encarregat de canviar els texts de la pantalla antiga de vídeo ([Figura 47](#)) i per altra banda, s'han hagut d'afegir els nous menús al fitxer que utilitzem per emmagatzemar les traduccions i canviar l'ordre i contingut del qual s'emprava anteriorment, per tal de poder-lo utilitzar amb el nou disseny de les opcions de vídeo ([Figura 55](#)).

◆ **Resolució.**

El canvi en la funcionalitat de la resolució ha estat a causa del redisseny d'aquesta part, ja que es disposava d'un codi enfocat al tractament d'un desplegable però aquest ja no existeix i s'ha canviat per 4 botons.

Aquests botons acceptaran 3 resolucions fixades i l'aplicació s'iniciarà en una resolució fixada de 1024x768, ja que s'ha considerat que una resolució inferior a la de 1024x768 per a pantalles d'ordinador, avui dia, no la té gairebé ningú perquè tothom té com a mínim aquesta resolució o superior.

→ **Funcionalitats noves (*Default* i *Restart*).**

Aquest apartat inclou l'explicació de les funcionalitats de *Restart* i *Default* (el codi es pot trobar en [l'Annex C](#), en els apartats corresponent a *Restart* i *Default*).

**Restart** consisteix en que un cop pausada l'aplicació, aquest botó sigui capaç de reiniciar la escena 3D en la qual s'han produït modificacions a causa que l'usuari hi ha estat interactuant.

Per altra banda, **Default** rau a tornar totes les opcions al seu valor per defecte i això s'ha dut a terme mitjançant un script i l'*onClick* del botó de la doble confirmació ([Figura 58](#)).

El script s'encarrega de tornar a posar el volum 100, així com d'eliminar el silenci de l'aplicació, si aquesta n'estava, tot i que aquest últim aspecte es fa de forma automàtica en canviar el volum ([Annex C](#) apartat de volum slider).

També s'encarrega de canviar la resolució a 1024x768, ja que aquesta és la que s'ha fixat com a valor inicial. A més a més, també comprova si està en pantalla completa i si ho està doncs fa que no ho estigui perquè, com és lògic, no tindria sentit canviar la resolució de la pantalla i deixar-la amb pantalla completa, ja que aquests dos factors estan íntimament relacionats.

A part dels aspectes tècnics, també s’han de canviar la part visual, ja que si no l’usuari no pot apreciar o entendre el que està succeint i acabar tenint una mala experiència en vers a l’aplicació. Aquesta mala experiència és el motiu principal pel qual també s’ha tingut en compte al canviar el disseny al mateix temps que es canvia a la configuració d’opcions la qual disposa l’aplicació a l’inici, abans que l’usuari les modifiqués. Aquest canvi del disseny es va dur a terme mitjançant l’*onClick* ([Figura 58](#)) del botó de la doble confirmació corresponent a tornar la configuració de les opcions als seus valors per defecte ([Figura 49C](#)), es va fer ús de l’activació i desactivació de *GameObjects* per tal de realitzar la tasca correctament.

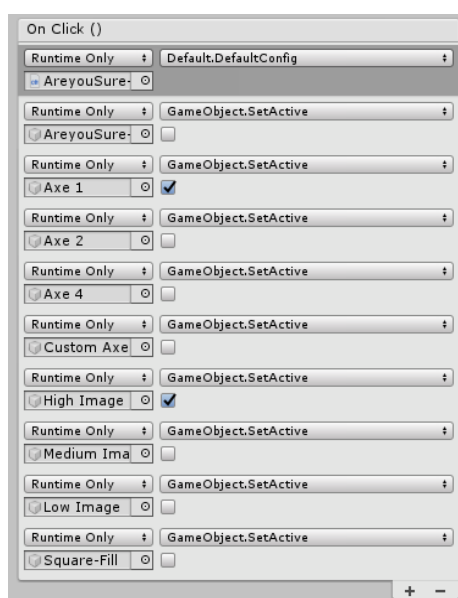


Figura 58: Onclick de la doble confirmació del default. (Propia)

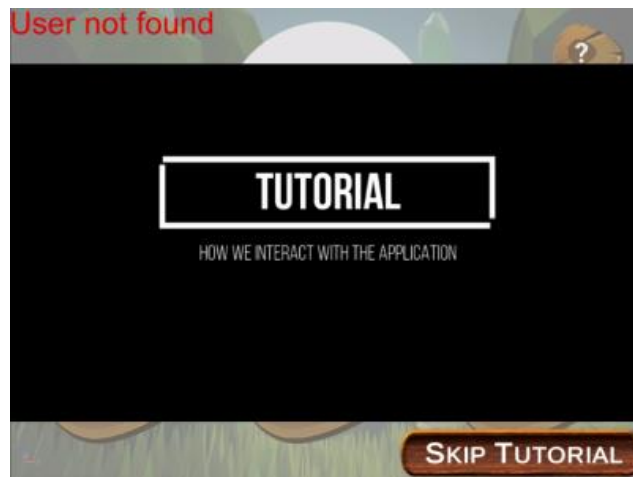
→ **Addició de tutorial (Botó d'ajuda menú principal).**

Aquest apartat inclou la funcionalitat de visualitzar el tutorial de l'aplicació fent clic en el botó ? del menú principal ([Figura 44](#)). Per altra banda, s'ha afegit un botó que permet saltar-se el tutorial si l'usuari no l'ha vist o no el vol veure ([Figura 59](#)).



Es va decidir afegir un tutorial en l'aplicació per tal que els usuaris, que anessin a fer ús de l'aplicació, tinguessin la possibilitat d'informar-se sobre com interaccionar amb l'aplicació.

Cal destacar que es va realitzar amb una intenció de millora i facilitació de l'aprenentatge sobre com interaccionar amb l'aplicació.



*Figura 59: Pantalla del Tutorial i botó Skip Tutorial (Pròpia)*

En conclusió, ressaltar que tots aquests canvis s'han dut a terme per tal de millorar l'experiència que tindrà l'usuari a l'hora d'utilitzar l'aplicació i també per donar-li un grau d'usabilitat major, és a dir, fer la interacció més senzilla i entenedora. [\[10\]](#)

### 4.3.3. Tercera iteració

Aquesta iteració és el tancament del projecte i inclou la integració de les dues parts que s'han anat duent a terme per separat (UI i Aplicació 3D) i una avaluació d'usuaris amb l'aplicació de nous canvis en la UI per tal de complir les demandes realitzades pels usuaris un cop realitzat el testeig. Abans d'iniciar l'avaluació s'han integrat ambdues parts.

#### 4.3.3.1. Integració de les parts

La integració de les parts consisteix en crear una sola aplicació dels dos projectes que s'havien estat realitzant per separat fins al moment.

Aquesta s'ha dut a terme en dues etapes:

- 1. Separació de la UI pertanyen al menú de pausa de la que pertany al menú principal.**
- 2. Modificacions en l'aplicació 3D per poder utilitzar la UI.**

La primera etapa consisteix en duplicar tots els menús que pertanyen a la part de menú principal exceptuant aquest i passar aquest bloc a la part de l'aplicació 3D. A més a més, també s'ha passat el bloc de les mans de la UI i el GameObject encarregat de controlar el so. Per tal de realitzar-ho, s'ha creat un prefab que conté les pantalles, un que conté les mans de la UI i un altre que conté el relacionat amb el so. Per altra banda, en la part de la UI s'ha afegit un script que s'encarrega de mostrar el missatge de si la càmera detecta o no a l'usuari.

Ressaltar que s'han eliminat els scripts de *SettingsFrom.cs* ([Annex C](#)) i *BackTo.cs* ([Annex C](#)) els quals s'encarregaven de controlar si el botó de back havia de tornar al menú principal o al menú de pausa segons d'on provingués la interacció. El motiu de l'eliminació ha estat que no són necessaris perquè s'ha passat el menú de pausa a l'escena de l'aplicació 3D i per tant, ambdues pantalles estan en escenes diferents i ja no cal cap mena de control respecte a d'on prové la interacció.

Un cop realitzats els passos anteriors, ja teniem la part de la UI funcionant correctament, llavors toca continuar amb la segona etapa.

Aquesta consta de l'addició dels prefabs mencionats en l'etapa anterior i de la realització de certes modificacions per a una correcta adaptació i integració de totes i cadascuna de les funcionalitats.

La part important és la integració de les funcionalitats, ja que s'havia d'aconseguir realitzar el canvi d'aplicació 3D a menú de pausa en l'àmbit de la interacció natural, és a dir, que l'aplicació detectés quan estava al joc o a la UI i depenent d'on estigués emprar uns gameobjects per a representar el moviment de les mans i pausar els altres de forma que quedés l'aplicació 3D pausada mentre l'usuari interactua amb la UI de pausa ([Figura 60](#)).



Figura 60: UI de pausa amb l'aplicació pausada (Pròpia).

Per aconseguir aquesta funcionalitat es va crear un altra càmera, diferent a la principal, la qual s'encarrega de renderitzar la interfície de pausa sobre l'entorn 3D. Així s'aconsegueix un menú de pausa sobre l'aplicació 3D i un amb interacció natural 2D ([Figura 60](#)) i l'altre amb 3D ([Figura 61](#)).

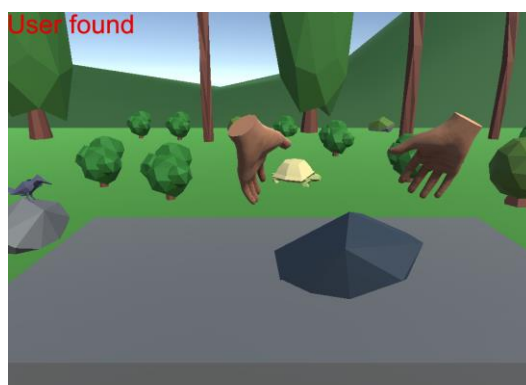


Figura 61: Integració de l'aplicació 3D.

Una vegada afegida la funcionalitat es va decidir que entre l'escena de la UI i la de l'aplicació 3D s'havien de propagar els canvis tant a nivell de funcionalitat com visual.

Per tal de fer-ho es va fer ús de `PlayerSettings`<sup>21</sup> (creació de nou script anomenat `Settings.cs` (Final Annex C)) i es van modificar tots els scripts anteriors per tal de que propaguessin els canvis. Mitjançant aquesta eina, fent getters per obtenir el valor i setters per quan volíem canviar el valor, aconseguim propagar els canvis entre escenes perquè cada cop que feíem un set, li donem un nom a través del qual ens referirem a ell ([Annex C](#)).

Un cop acabades les funcionalitats anteriors, es van dur a terme les funcionalitats de *default* i de *restart*, les quals duren a terme el *reset* de tots els valors a els valors inicials i el *reset* de l'aplicació 3D ([Annex C](#)).

Finalitzada la integració d'ambdues parts el pas següent va ser la realització de l'avaluació d'usuaris la qual s'explica en la següent secció ([4.3.3.2](#)).

#### 4.3.3.2. Avaluació d'usuaris

Aquest procés té com a objectiu, tal com s'ha dit anteriorment, veure si l'aplicació és usable o no i causa d'aquest fet, el procediment que s'ha seguit, per tal de garantir un compliment de l'objectiu, ha estat dividit en tres fases que han permès una millor focalització en cadascuna d'elles i per tant, una avaluació més acurada.

La primera fase consisteix en l'elaboració d'un document previ a l'avaluació, on s'especifiqui què, com i per quin motiu s'avaluarà als usuaris. També conté les tasques que realitzaran els usuaris durant la prova, divides en qualitatives i quantitatives, i el procediment que seguirà l'avaluador per tal d'analitzar i calcular els resultats. Per últim, però no menys important, consta també d'una part, la qual s'especifica que l'avaluador s'encarregarà de captar el feedback que els usuaris vagin donant durant la interacció amb l'aplicació. [\[11\]](#)

La segona fase consisteix en l'avaluació dels usuaris i consta de l'explicació pas a pas de com s'ha realitzat.

Per aquest procés, s'ha demanat a 16 persones que vinguessin quan els anés millor i se'ls ha anat fent la prova en l'ordre en el qual arribaven. No totes les persones participants formaven part d'un mateix perfil, ja que tal com es pot veure en l'[Annex G](#) que conté les respostes de forma individual dels usuaris a un formulari pre-test per determinar el gènere, el rang d'edat i el nivell d'estudis que tenien.

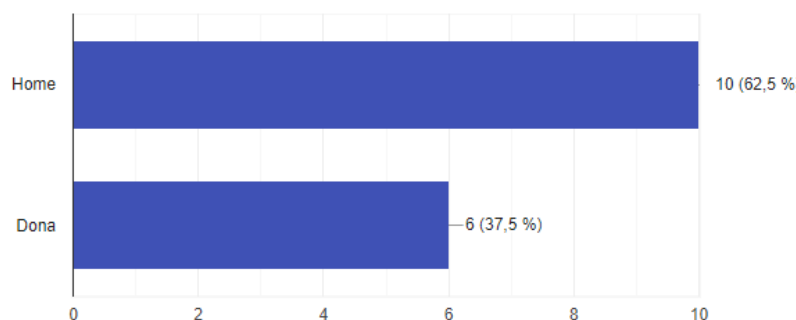
---

<sup>21</sup> **PlayerSettings:** <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerSettings.html>

El grup de persones que van participar en la prova estava format per 10 homes i 6 dones ([Taula 5](#)), entre les quals una d'elles tenia disminució auditiva.

#### Gènere

16 respuestas

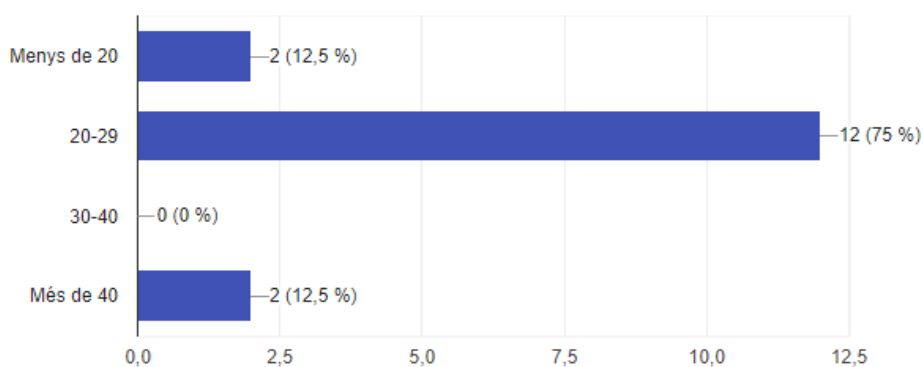


Taula 5. Dades sobre el gènere dels usuaris.

Els usuaris, pertanyien a un mateix rang d'edat ([Taula 6](#)) i a més a més, es dividia en 8 usuaris amb coneixements informàtics i 8 sense coneixements informàtics (secció [4.3.3.3.4](#)).

#### Rang d'edat

16 respuestas

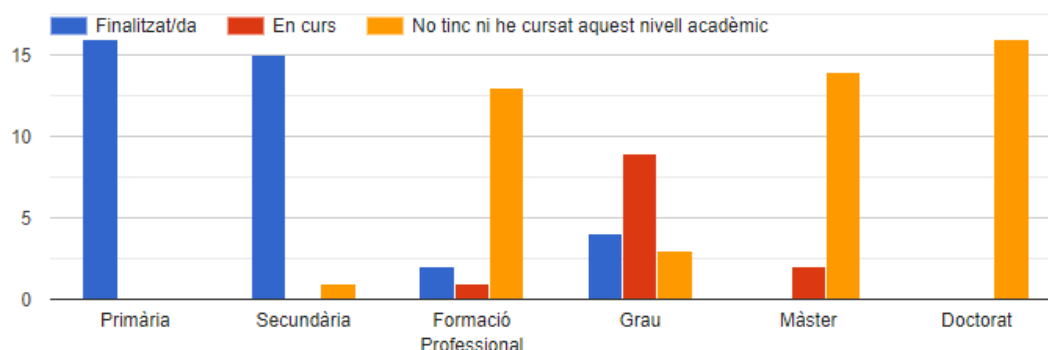


Taula 6. Dades sobre els diferents rangs d'edat.

En la [Taula 6](#) es pot veure que 12 dels usuaris que han participat en la prova formaven part del rang d'usuaris de 20-29 anys, però hi ha 2 usuaris menors de 20 anys i 2 usuaris majors de 40, per tant, tenim usuaris de gairebé tots els rangs d'edats.

A tots aquests elements encara s'ha d'afegir el fet que el nivell d'estudis variava segons l'usuari, és a dir, tots no tenien el mateix nivell. (En la [Taula 7](#) es mostra el resum de les respostes de tots els usuaris).

### Nivell d'estudis



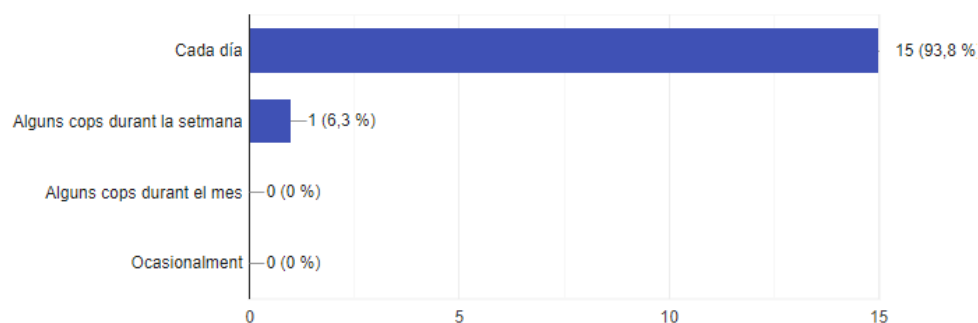
Taula 7. Dades sobre els diferents nivells d'estudis.

Tal com es veu en la llegenda de la gràfica, cada usuari va respondre si havia (color blau), estava (color vermell) o no havia ni estava cursant (color taronja), d'aquesta forma determinar el nivell d'estudis de cada persona és molt més acurat.

També se'ls va preguntar amb quina freqüència feien ús d'internet ([Taula 8](#)) i si ja havien realitzat algun tipus de prova similar però en gran majoria, tal com es pot veure en la [Taula 9](#), no n'havien realitzat cap.

### Amb quina freqüència utilitzeu Internet?

16 respuestas

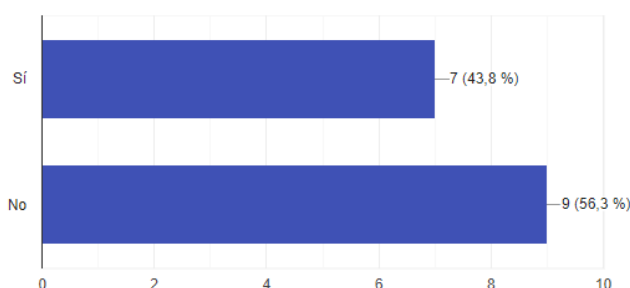


Taula 8. Dades sobre la freqüència d'ús d'Internet.

En la [Taula 8](#) podem veure que la gran majoria d'usuaris formen part del perfil que fa servir internet, per ser més precisos, 15 fan ús d'Internet diàriament i 1 en fa ús alguns cops durant la setmana.

Has dut a terme algun tipus de testing com aquest?

16 respuestas



Taula 9. Dades sobre si ja havien realitzat algun tipus de prova com aquesta.

En aquesta prova, com ja s'ha dit anteriorment, hi hagut menys persones amb experiència respecte aquest tipus de proves que persones no n'hagin fet mai, concretament 7 persones amb experiències anteriors i 9 sense aquestes ([Taula 9](#)).

Tot i la gran varietat de perfils que trobem en aquesta prova, tots s'ajusten al tipus d'usuari que es volia per a aquesta prova, és a dir, a una persona que sigui capaç de moure les extremitats superiors del cos sense problemes (secció [4.1](#)). Aquest fet no implica que, en un futur, l'aplicació estigui tancada als altres usuaris sinó que en aquesta versió es busca aquest tipus d'usuari en concret.

Abans de començar amb l'avaluació, es va dur a terme una prova inicial amb un expert en avaluacions d'usuaris, en Toni Granollers, mitjançant la qual es volia comprovar que tot funcionés correctament, que el procediment que se seguia durant l'avaluació fos el correcte i, a més a més, també es va comprovar que el contingut de l'avaluació fos el correcte (sense errades i amb tot el contingut necessari). Aquesta fase prèvia a l'inici de la prova va permetre preparar bé l'avaluació.

Un cop realitzada aquesta prova prèvia, el pròxim pas consisteix a dur a terme l'avaluació. Primer que tot, realitzar una explicació sobre el que durà a terme l'usuari en aquella prova tot informant-lo del fet que s'avalua l'aplicació i que ell com a usuari si fa alguna acció malament, no és culpa seva sinó de la mateixa aplicació. A més a més, se'ls dóna un full de consentiment ([Annex D](#)) per si en algun cas fos necessària una gravació audiovisual o només d'àudio o vídeo. Un cop l'usuari ha donat el seu consentiment (o no) passa a realitzar un petit qüestionari

informatiu ([Annex E-1](#)) per tal d'ubicar-los en un rang d'edat i si tenen o no experiència en aquest tipus de tests.

Un cop realitzat el qüestionari inicial, del qual tenim les respostes a l'[Annex G](#), el pas següent és dur a terme una comprovació del fet que el dispositiu està detectant correctament a l'usuari, per tal d'evitar problemes de mala detecció els quals provoquin un empitjorament de l'experiència d'usuari.

Seguidament, després d'acabar amb la detecció i comprovar que tot està correcte, es procedeix amb la realització de les tasques.

Les tasques que realitzaven els usuaris eren les següents:

1. Valorar si sabien quan els detectava la càmera i realitzar un cercle amb les mans.
2. Buscar un botó que obrís el tutorial i intentar-lo obrir. Un cop obert, el visualitzaven.
3. Tancar l'aplicació.
4. Navegar per la IU per silenciar l'aplicació i tornar al menú principal.
5. Entrar al joc, aixecar l'objecte central (pedra) i deixar-lo caure.
6. Obrir el menú de pausa.

S'han escollit aquestes tasques perquè permeten provar l'aplicació en tots els àmbits i avaluar la facilitat d'ús i si és intuïtiva o no.

La primera tasca s'ha dut a terme per tal d'habituar l'usuari a la nova forma d'interacció, ja que probablement, no l'hagi utilitzat mai. La segona tasca serveix per comprovar la intuïció de l'usuari i si realment es necessitaria un tutorial obert només iniciant l'aplicació que t'expliqués com interaccionar amb aquesta. En la tercera tasca, el procediment a dur a terme és més simple que la segona però, està fet així per tal de comprovar si l'usuari ha entès com interaccionar amb l'aplicació i per tant, aquest és capaç de tancar-la. En la quarta tasca, comprovar que la IU s'entén i l'usuari, mitjançant la intuïció, ha de ser capaç d'arribar al menú corresponent i dur a terme l'acció demanada i tornar al menú principal. En la cinquena tasca, es comprova tot el relacionat amb l'aplicació 3D (saber agafar l'objecte i deixar-lo) i que la integració d'ambdues parts estigui ben feta (sense errors). En la sisena i última tasca, es comprova un cop més la integració de la IU amb l'aplicació 3D i es valora si l'usuari sap que està a un lloc o a l'altre.

Gràcies a cadascuna de les funcions que realitza cada tasca en l'avaluació, es pot avaluar, com deia anteriorment, la interfície i l'aplicació 3D com a bloc i alhora saber si aquesta nova



forma d'interacció els ha causat bona impressió o no i per tant, s'aconsegueix avaluar la usabilitat de l'aplicació en la seva totalitat.

Abans d'iniciar cada tasca, l'avaluador els explicava el que s'havia de fer i que en cas de necessitar ajuda la demanessin. Durant la realització de cadascuna de les tasques, l'avaluador controlava el temps que tardaven en dur-la a terme, si cometien algun error, si demanaven ajuda i si el camí seguit havia estat l'òptim. Un cop acabades les tasques, els usuaris havien de dur a terme un qüestionari post-test ([Annex E-2](#)), el qual consistia en 10 preguntes sobre la satisfacció percebuda que aquests havien tingut (SUS<sup>22</sup>) i, finalment, se'ls permetia expressar la seva opinió [\[15\]](#). El motiu pel qual s'ha emprat el SUS ha estat perquè està considerat una de les eines d'avaluació més confiables [\[42\]](#). A part d'aquest fet, es destaca que és una eina que ens permet mesurar la percepció subjectiva que les persones tenen sobre la usabilitat d'un sistema i a més a més, es realitza en un període curt de temps durant l'avaluació. [\[41\]](#)

Per acabar, es preguntava a l'usuari que li havia semblat l'aplicació i com s'havia sentit. Un cop ja s'havia dut a terme l'avaluació de tots els usuaris, ja es disposa de les dades de cada tasca realitzada per cadascun dels usuaris ([Annex H](#)) i es va seguir amb l'anàlisi dels resultats obtinguts als tests.

#### 4.3.3.3. Anàlisi dels resultats obtinguts als tests

Aquest apartat consta de 3 parts, l'explicació de la captació de les dades i de com s'analitzaran, l'explicació i l'anàlisi del que s'ha dut a terme i per acabar, una valoració global.

Abans d'explicar la primera de les parts, s'ha de saber que aquesta anàlisi està orientada en els tres atributs que formen la usabilitat:

- **Eficiència.** És el esforç que fa l'usuari per intentar assolir un objectiu.
- **Efectivitat.** Atribut que defineix si un usuari aconsegueix l'objectiu establert o no.
- **Satisfacció.** Atribut de caire subjectiu, ja que mesurar com se sent un usuari és molt complex i la majoria de mètodes en donen aproximacions, mai un valor exacte.

A continuació, es perfilaran cadascuna de les tres parts mencionades anteriorment.

---

<sup>22</sup> **System Usability Scale (SUS):** El *System Usability Scale* (SUS) proveeix d'una eina confiable per a mesurar la usabilitat, tot i ser "antiga". Consisteix en 10 preguntes les quals es responen marcant un valor entre 1 (Total desacord) i 5 (Molt d'acord) [Creat per **John Brooke** al 1986]. Et permet avaluar la usabilitat de qualsevol tipus d'interfície.

#### 4.3.3.3.1. Com s'han captat les dades i com s'analitzaran??

Les dades durant l'avaluació s'han captat mitjançant l'anàlisi dels usuaris implicats mentre duien a terme les tasques, ja que l'avaluador anotava totes les reaccions que aquests tenien respecte a l'aplicació i també anotava quan es tardava per realitzar cadascuna de les tasques, si l'usuari demanava ajuda, si cometia errades durant la tasca i si seguia el camí correcte. A part d'aquesta forma de captació de dades, també s'ha emprat un qüestionari abans que els usuaris comencessin les tasques, tal com s'ha dit en la secció [4.3.3.2](#) i un qüestionari posterior a la realització d'aquestes, per tal d'extreure una valoració de la satisfacció dels usuaris durant l'avaluació.

Per analitzar els resultats obtinguts dels tests, es mesuraran els tres atributs de la usabilitat (eficiència, efectivitat i satisfacció) un cop s'hagin finalitzat les tasques. Per mesurar l'eficiència i l'efectivitat s'ha fet ús de les fórmules descrites a continuació:

- L'efectivitat es calcula amb una fórmula diferent depenent de si la tasca realitzada s'ha dut a terme correctament o si aquesta no s'ha realitzat de forma adequada o s'ha necessitat ajuda per dur-la a terme.

- Si s'ha dut a terme correctament, és a dir, que l'usuari avaluat arriba al resultat final per la ruta correcta, s'aplicarà la següent fórmula:

$$SuccessEffectiveness = \frac{Number\ of\ succeeded\ tasks}{Number\ of\ all\ done\ tests}$$

- Si per realitzar la tasca l'usuari ha necessitat assistència o ha donat per bo un resultat que no era l'adequat, llavors s'aplicarà la següent fórmula:

$$FailureEffectiveness = \frac{Number\ of\ failed\ tasks}{Number\ of\ all\ done\ tests}$$

- L'eficiència es calcula seguint el camí que els participants (aprofant-se a l'objectiu pas a pas), hi ha la possibilitat de calcular quant diferent ha estat el camí que ha fet l'usuari respecte al camí curt.

Aquest fet és a causa que els usuaris poden desviar-se i accedir a una pantalla incorrecta, fer ús d'una eina de menú que no toca, seguir un enllaç incorrecte, etc.

Aquesta desviació es calcula amb la fórmula següent :

$$PathDeviationRatio = \frac{Number\ of\ steps\ in\ the\ user\ path}{Number\ of\ steps\ in\ the\ fastest\ path}$$

Aquesta fórmula no s'aplica als càlculs si la tasca s'ha realitzat completament malament.

Si els participants paren la tasca un pas abans de l'esperat resultat, aquest pas es contabilitzarà com a desviació en el resultat final.

Per altra banda, també es calcularà la mitjana de temps en la qual els usuaris avaluats han dut a terme la tasca corresponent. Es farà mitjançant una fórmula, que es veurà a continuació, i gràcies a aquests càlculs es podrà obtenir una aproximació del temps necessari per dur a terme cadascuna de les tasques de forma individual i també obtenir la mitjana temporal per realitzar totes les tasques proposades.

$$AverageTaskTime = \frac{Sum\ of\ all\ periods\ of\ performing\ given\ task}{Number\ of\ all\ done\ tests}$$

- Per la part de satisfacció, s'ha fet ús del **System Usability Scale (SUS)** per obtenir una resposta ràpida dels usuaris que han estat avaluats.

Per realitzar aquesta avaluació es fa servir un qüestionari de 10 preguntes col·locades estratègicament i s'avaluaran d'1 a 5 ([Figura 62](#)). Aquest qüestionari és el següent:

1. He pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent.
2. He trobat que és un sistema innecessàriament complex.
3. He pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir.
4. He pensat que necessitaria ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema.
5. He trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament.
6. He pensat que hi havia massa inconsistències en el sistema.
7. M'imagino que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament.
8. He trobat el sistema massa complicat d'utilitzar.
9. M'he sentit segur durant l'ús del sistema.
10. He necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema.

Molt desacord 1	2	3	4	Molt d'acord 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 62: Avaluació preguntes SUS (Pròpia)

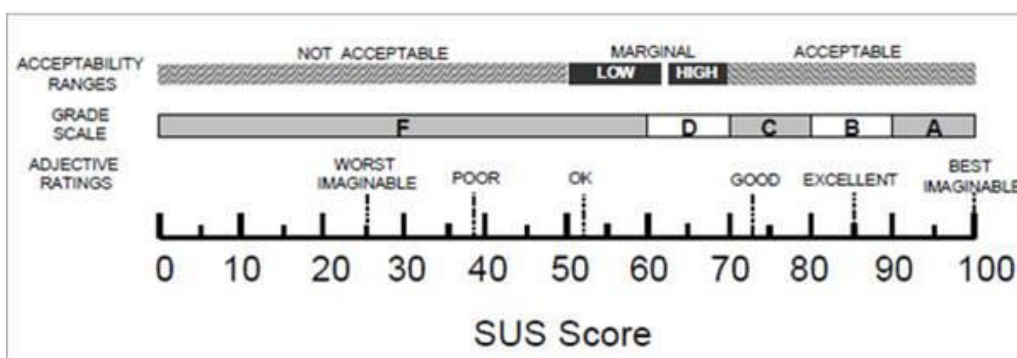
Aquest qüestionari s'utilitza generalment, després que un usuari hagi tingut l'oportunitat d'utilitzar el sistema i abans que tingui lloc qualsevol informe o discussió.

No es donarà temps a l'usuari per rumiar-se les respostes, sinó que serà un enregistrament directe de l'experiència.

Tots els punts han de ser comprovats i per tant, si l'usuari no es veu capaç de respondre alguna de les 10 qüestions, doncs haurà de marcar el valor central de l'escala ([Figura 62](#)).

Un cop s'hagi acabat aquesta part de l'avaluació, es comptabilitzaran els resultats fent ús de l'escala de la [Figura 63](#) i per obtenir un valor d'un qüestionari s'emprarà un model similar al de la [Taula 10](#).

Fent ús d'aquests elements, obtindrem el resultat de l'avaluació el qual s'analitzarà i conclourà posteriorment.

Figura 63: Grading Score SUS (<http://uxpajournal.org/sus-a-retrospective/>)

Nº	Qüestió SUS	Valor assignat	Valor comptabilitzat
1	He pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent.	3	2
2	He trobat que és un sistema innecessàriament complex.	2	3
3	He pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir.	4	3
4	He pensat que necessitaria ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema.	2	3
5	He trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament.	3	2
6	He pensat que hi havia massa inconsistències en el sistema.	3	2
7	M'imagino que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament.	3	2
8	He trobat el sistema massa complicat d'utilitzar.	2	3
9	M'he sentit segur durant l'ús del sistema.	5	4
10	He necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema.	2	3
<b>Total (Sumatori del valor comptabilitzat)</b>		<b>27</b>	
<b>Percentil (Total x 2,5)</b>		<b>67.5 (65%) Grau d'acceptació Mitjà</b>	

Taula 10: Exemple de com es comptabilitza una resposta a un qüestionari del tipus SUS (Pròpia)

Les preguntes positives (1,3,5,7 i 9) es puntuaran del valor marcat menys 1. En canvi, les preguntes negatives (2,4,6,8 i 10) es puntuaran restant-li el valor de l'escala a 5, és a dir, 5 menys el valor de l'escala.

En acabar el recompte de punts només s'haurà de sumar-los i multiplicar-los per 2,5 per tal d'obtenir el seu valor SUS global (valor entre 0 y 100). Llavors, ja podrem interpretar els resultats fent ús del que es veu en la [Figura 63](#), ja que si no fem aquest pas, el rang de valors només va des de 0 a 40. Destacar que els valors del SUS global no ens serveixen per a valorar la satisfacció dels usuaris envers l'aplicació sinó que únicament ens són d'utilitat perquè ens permeten calcular els percentils [\[41\]](#).

A part d'aquesta interpretació, s'ha de tenir en compte que una puntuació per sobre de 68, s'ha de considerar per sobre de la mitjana i si està per sota de 68, es considerarà

que està per sota la mitjana. No obstant això, la millor manera d'interpretar les puntuacions implica la “normalització” d'aquestes per a produir el rànquing de percentils [43]. En l'apartat següent es mostraran i s'exposaran els resultats obtinguts fent ús de les eines o formes d'analitzar el *feedback* explicades en l'apartat anterior.

#### 4.3.3.3.2. Anàlisi de resultats

En aquest apartat, s'analitzaran els resultats dels 3 atributs, primerament s'analitzarà l'efectivitat, després l'eficiència i, finalment, la satisfacció. Es farà, en base a cada perfil diferent que s'ha trobat durant l'avaluació. Aquests perfils és diferencien en rang d'edat ([Taula 6](#)), coneixements d'informàtica i, si fos el cas, en un perfil de gent amb alguna disminució (també s'ha valorat el nivell acadèmic ([Taula 7](#))).

En la prova realitzada als usuaris, s'han acabat definint 7 perfils els quals es valoraran individualment i es conclourà amb una petita comparació entre grups i una valoració global. S'han definit els següents perfils:

- El primer perfil a valorar està compost per usuaris (5,8,10,11,12 i 13) en el rang d'edat de 20 a 29 i amb coneixements d'informàtica (Perfil 1).
- El segon perfil consta d'usuaris (1,2,3,6 i 7) d'entre 20 i 29 anys els quals no tenen coneixements informàtics (Perfil 2).
- El tercer perfil consta d'un usuari, el 14, major de 40 amb coneixements d'informàtica (Perfil 3).
- El quart perfil consta d'un usuari major, el 16, de 40 sense coneixements d'informàtica (Perfil 4).
- El cinquè perfil consta d'un usuari, el 15, amb menys de 20 anys i sense coneixements d'informàtica (Perfil 5).
- El sisè perfil consta d'un usuari, el 9, amb menys de 20 anys i amb coneixements d'informàtica (Perfil 6).
- El setè perfil consta d'un usuari, el 4, d'entre 20 i 29 anys, sense coneixements informàtics i amb una disminució auditiva (Perfil 7). Al tenir aquesta discapacitat, l'avaluador va haver de fer les preguntes vocalitzant i en un to més elevat.

Per avaluar l'efectivitat, es tindran en compte els perfils especificats anteriorment, és a dir, que s'explicarà per a cada perfil en concret. Ressaltar que en la [Taula 11-A](#) la columna de *success effectiveness* indica les tasques finalitzades sense errades i la de *failure effectiveness* indica les que s'han finalitzat amb errades o ajuda.

Usuari	Perfil	Success Effectiveness	Failure Effectiveness
1	2	3/6	3/6
2	2	5/6	1/6
3	2	3/6	3/6
4	7	3/6	3/6
5	1	4/6	2/6
6	2	3/6	3/6
7	2	3/6	3/6
8	1	3/6	3/6
9	6	4/6	2/6
10	1	5/6	1/6
11	1	5/6	1/6
12	1	6/6	0/6
13	1	6/6	0/6
14	3	5/6	1/6
15	5	4/6	2/6
16	4	3/6	3/6

Taula 11-A. Compatibilització efectivitat per usuari i perfil

Abans d'iniciar l'explicació dividida en perfils, és de vital importància saber que realitzar almenys 1 tasca incorrecta de les 6 és el més comú entre els usuaris ([Taula 11-A](#)).

Els usuaris del primer perfil han obtingut els resultats de poques tasques amb errades o ajuda perquè aquest grup de persones disposaven de coneixements informàtics i en aquest cas és nota per l'afinitat que tenen a l'hora de dur a terme les tasques. Es pot dur a terme aquesta afirmació, ja que l'usuari 5 i el 8 han arribat a 2 i 3 tasques errònies, respectivament i per tant, es pot afirmar que aquest grup té facilitat per utilitzar l'aplicació, sempre i quan es tingui en compte que hi poden haver excepcions. Per consegüent, han dut a terme les altres tasques correctament.

Pel que fa als usuaris segon perfil, s'han obtingut els resultats de 50% tasques sense errades ni ajuda i 50% tasques amb errades o ajuda, a excepció de l'usuari 2 el qual ha realitzat 5 tasques correctament i una incorrectament. En aquest cas, seria el contrari que el perfil 1, ja que la mitjana d'errors ronda els 3 errors per usuari i per tant, poden reafirmar que al no tenir coneixements informàtics, aquest grup no té tanta afinitat amb la tecnologia i per tant, els ha

costat una mica més dur a terme les tasques. Aquest fet implica que l'aplicació no és tan fàcil d'utilitzar per als membres d'aquest perfil com per als del perfil 1.

L'usuari tercer perfil, ha realitzat una tasca amb errades o ajuda i les altres 5 sense errors ni ajuda. Un cop més podem veure que independentment del rang d'edat, en aquest atribut ens influeix més el fet de tenir coneixements d'informàtica o no, ja que aquest usuari també els tenia i per tant, disposava d'aquesta afinitat. Per tant, l'aplicació li ha resultat més fàcil d'utilitzar.

Pel que fa a l'usuari del quart perfil, s'han obtingut els resultats de 50% tasques correctes i 50% tasques acabades amb errades o ajuda. En aquest perfil es segueix demostrant que l'afirmació realitzada en els perfils anteriors és la correcta, ja que aquest usuari no disposa de coneixements informàtics i, en aquest cas, no té gairebé gens d'afinitat amb la tecnologia, ha estat capaç de realitzar el 50% de les tasques sense errades ni ajuda, fet que demostra que l'aplicació és bastant fàcil d'utilitzar i entendre.

Pel que fa a l'usuari del cinquè perfil, s'han obtingut els resultats de 4 tasques realitzades correctament i 2 de realitzades amb errors o ajuda. Es tracta d'un usuari que ha obtingut més tasques realitzades correctament que la resta d'usuaris sense coneixements informàtics però això ens indica, un cop més, que l'aplicació és fàcil de fer servir.

Pel que fa a l'usuari del sisè perfil, ha obtingut els mateixos valors que el del perfil anterior, tot i tenir coneixements informàtics. Aquests casos ens permeten visualitzar que realment la afinitat podria no ser tant important com ens pensaven i que el fet que realment permet que els usuaris puguin dur-ho a terme és la pròpia aplicació, la qual és fàcil d'utilitzar i entendre per a tothom independentment dels seus coneixements.

Pel que fa a l'usuari del setè perfil, aquest últim perfil és molt important, perquè és un perfil que consta d'un usuari amb disminució auditiva i per tant, ens permet valorar si aquest tipus d'usuaris també són capaços d'utilitzar l'aplicació de forma natural, com qualsevol altra persona. Aquest usuari ha realitzat el 50% de les tasques correctament i l'altre 50% amb errors o ajuda.

En resum, entre tots els perfils podem veure que l'afinitat amb la tecnologia facilita l'ús correcte de l'aplicació, però també es demostra que sense aquesta afinitat, els usuaris han pogut realitzar almenys un 50% (3 de 6) de les tasques correctament.



Per avaluar l'eficiència, es tracta d'avaluar si el camí seguit en totes les tasques per a cada perfil ha estat el correcte. Tal com es pot veure en l'[Annex H](#) tots han agafat el camí òptim i això ens confirma que l'aplicació és molt intuïtiva i fàcil d'entendre perquè cap usuari s'ha equivocat de camí de forma voluntària, és a dir, que si per algun casual ha obert un menú incorrecte per culpa de una detecció incorrecta del hardware o per alguna funcionalitat mal implementada, aquest fet no s'ha comptabilitzat com a camí erroni perquè el camí seguit havia estat l'òptim. Partint de les dades obtingudes als tests, tots els usuaris han aconseguit completar totes les tasques sense desviacions voluntàries.

Per avaluar la satisfacció s'ha dut a terme un recompte dels punts que ha generat cada usuari en respondre el SUS. Aquesta puntuació, ens permet donar valor a l'opinió dels usuaris respecte a la seva experiència amb l'aplicació la qual han testejat mitjançant les tasques que se'ls ha anat demanant.

Usuari	Perfil	Valoració	Grau
1	2	45	F
2	2	90	A
3	2	70	C
4	7	60	D
5	1	85	B
6	2	90	A
7	2	90	A
8	1	50	F
9	6	55	F
10	1	85	B
11	1	85	B
12	1	75	C
13	1	75	C
14	3	85	B
15	5	80	B
16	4	70	C

Taula 11-B. Valoració i grau per usuari.

A partir de la [Taula 11-B](#), s'analitzaran les dades dels usuaris dividint-les segons els perfils estipulats a l'inici d'aquesta secció ([4.3.3.3.2](#)). Per fer la divisió es seguirà el codi de colors que hi ha en la [Taula 11-B](#), ja que cada color indica un perfil diferent.

Els usuaris que formen part del perfil 1, han valorat l'aplicació entre 75 i 85, excepte l'usuari 8 que ho ha fet amb una puntuació de 50, això ens permet veure que els usuaris d'aquestes característiques, van dur a terme una valoració la qual no recau en els coneixements informàtics perquè tot i que, els donen afinitat amb l'aplicació i la interacció amb aquesta, no afecten a l'hora de valorar la seva satisfacció durant el test i per tant, trobem valoracions de grau mitjà (B,C) i una de grau deficient (F).

Els usuaris que formen part del perfil 2, han valorat l'aplicació amb gran varietat, és a dir, els números 2, 6 i 7 han valorat l'aplicació amb excel·lència (grau A) i els números 1 i 7 l'han valorat en 45, puntuació deficient (grau F) i en 70, puntuació normal-baixa (grau C), respectivament. Aquesta diferència entre els usuaris 2,6,7 i l'1 i el 7 rau en que alguns d'ells van tenir dificultat per dur a terme certes tasques perquè aquestes necessitaven millores i per aquest fet les puntuacions són tant diferents. En definitiva, la puntuació d'excel·lència implica que no van trobar-se amb cap errada, la de grau C implica que en algun cas es van sentir molestos i la de grau F implica una insatisfacció força constant.

L'usuari que forma part del perfil 3, ha valorat l'aplicació amb una puntuació positiva de 85 (grau B), tot i tenir una edat superior a 40, tenia afinitat amb la tecnologia i per tant, la valoració d'aquest usuari ha estat positiva, ja que en cap moment es va sentir insegur o poc satisfet. Per tant, la valoració duta a terme per aquest usuari ha estat elevada, però no d'excel·lència perquè creia que la tecnologia emprada seria més útil aplicada sobre algun altre camp.

L'usuari que forma part del perfil 4, ha valorat l'aplicació amb una puntuació mitjana de 70 (grau C), aquest usuari tenia una edat superior a 40 i no disposa d'aquesta facilitat per la tecnologia i per tant, la seva valoració ens indica que va entendre força bé com dur a terme les tasques que se li demanava realitzar durant la prova, és a dir, ens indica que l'aplicació és força intuïtiva i, a part, d'alguna que altra errada, va tenir una experiència positiva envers l'aplicació.

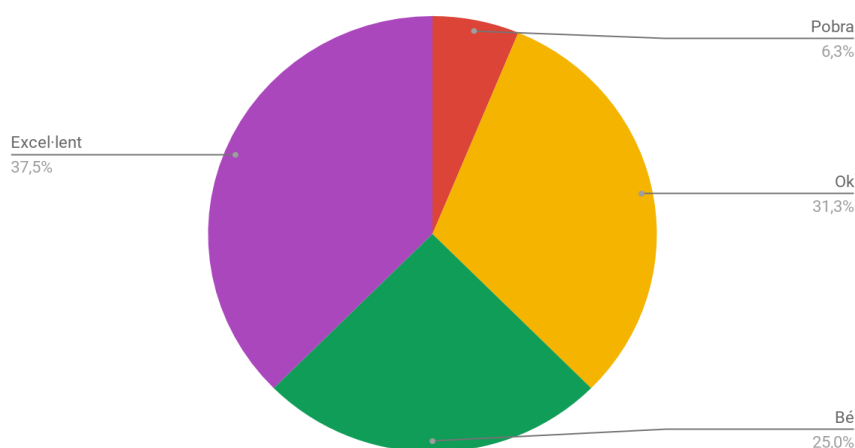
L'usuari que forma part del perfil 5, ha valorat l'aplicació amb una puntuació positiva de 80 (grau B), aquest usuari tenia una edat inferior a 20 anys això indica que ha nascut amb tecnologia al seu voltant i per tant, li va ser més fàcil entendre com realitzar les tasques, ja que la tecnologia emprada no el va sorprendre. No obstant això, en algun casos va necessitar ajuda a causa que en l'aplicació hi havia funcionalitats confuses.

L'usuari que forma part del perfil 6, ha valorat l'aplicació amb una puntuació deficient de 55 (grau F), aquest usuari pertany al mateix rang d'edat que l'usuari del perfil 5, i, a més a més, disposa de coneixements informàtics. Per tant, va ser més crític amb l'aplicació i va opinar que no utilitzaria aquest tipus de tecnologia perquè era una tecnologia poc precisa i que preferia seguir utilitzant la tipologia d'interacció clàssica. En definitiva, va tenir una satisfacció negativa perquè no li va agradar la forma d'interaccionar i, a més a més, va trobar també alguna errada que encara el va molestar més.

L'usuari que forma part del perfil 7, ha valorat l'aplicació amb una puntuació suficient de 60 (grau D), aquest usuari garanteix que una persona amb disminució auditiva no té cap problema per a utilitzar l'aplicació, tot i que, la valoració va ser baixa perquè aquest usuari no es va sentir còmode amb la interacció en algunes tasques perquè va trobar algunes errades que el van molestar. Per altra banda, va opinar que la tecnologia emprada en el projecte era molt interessant però, que ho utilitzaria en algun altre àmbit.

Segons els resultats obtinguts es pot dir que l'aplicació és força intuïtiva, ja que persones de diferents rangs d'edat i sense quasi bé afinitat amb la tecnologia han estat capaces de realitzar les tasques i amb un grau de satisfacció elevat.

Grau de valoració de l'aplicació



Taula 12. Grau de valoració de l'aplicació aconseguit fent ús del SUS.

En definitiva, si es vol donar una valoració a l'aplicació, no es pot fer només la mitjana entre els percentils i obtenir el valor mitjà, encara que aquest ens permeti saber quina ha estat la valoració SUS global d'aquesta avaluació, ja que aquesta en pot donar una valoració concreta, per exemple Good, però no oblidar-nos de la resta d'usuaris a causa que són un nombre de gent no descartable el qual no ho ha trobat tal com mostra la mitjana. A part d'aquest fet, no

podem donar una valoració mitjana perquè estem obviant que s'han avaluat una sèrie de perfils diferents i no es poden incloure tots en un únic grup.

A part de la valoració dels tres atributs especificats a l'inici, també s'ha decidit comparar les mitjanes de temps entre els diversos perfils, per tal d'extreure una avaluació més precisa.

Perfil 1:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
1	35	55,2
2	66	33,2
3	51	27,2
6	66	29,7
7	66	31

Taula 13. Resultats comptabilitzats perfil 1

En la [Taula 13](#) es pot veure que les puntuacions estan aproximadament, sobre un percentil de 50, i que han estat un temps aproximat de 35 segons de mitjana global. Aquestes dades ens indiquen que aquest perfil, sabia com interactuar amb l'aplicació però que l'usuari 1 no ha quedat gaire satisfet amb l'aplicació i els altres han obtingut una satisfacció adequada, ja que segons uns estudis que es van realitzar la mitjana de valoració del SUS es de 68.

Perfil 2:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
5	64	30,7
8	39	41,7
10	62,5	24,3
11	64	21,5
12	55	15,3
13	55	25

Taula 14. Resultats comptabilitzats perfil 2

En la [Taula 14](#) a diferència d'en la [Taula 13](#), el temps de mitjana per tasca es inferior a 35 segons, és d'aproximadament 26 segons. Però les valoracions segueixen sobre una mitjana de 50 aproximadament, aquest perfil indica que gràcies als seus coneixements informàtics, els usuaris d'aquest tipus de perfil tenien més afinitat amb la tecnologia d'interacció natural i

per tant, van realitzar les tasques més ràpidament. No obstant això, es van queixar d'errors similars i a conseqüència d'aquest fet la valoració de l'experiència és similar.

A partir del perfil 3, aquest inclòs, són dades poc precises perquè només hi ha un usuari que pertany a cada perfil però les analitzarem de la mateixa manera que ho hem fet amb les altres, ja que són dades igual d'importantes.

Perfil 3:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
14	62,5	21,3

*Taula 15. Resultats comptabilitzats perfil 3*

L'usuari que formava part d'aquest perfil, va tenir una valoració de l'experiència superior a la mitjana dels dos perfils anteriors i va realitzar les tasques amb força rapidesa. Aquest fet és a causa que tenia coneixements sobre informàtica i va mostrar molta afinitat amb la tecnologia.

Perfil 4:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
16	53	83,5

*Taula 16. Resultats comptabilitzats perfil 4*

L'usuari d'aquest perfil, va tenir una valoració de l'experiència similar a les del perfils 1 i 2, però una mica inferior al perfil 3. Aquest usuari va tarda molt més que la resta a causa que no tenia gaire afinitat amb la tecnologia perquè només empra internet alguns cops a la setmana i tampoc disposa de cap coneixement d'informàtica.

Perfil 5:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
15	61	33,5

*Taula 17. Resultats comptabilitzats perfil 5*

Aquest perfil, tenint en compte que l'usuari no tenia coneixements informàtics cal dir que va mostrar una rapidesa considerable al dur a terme les tasques però la seva valoració de l'experiència va ser força elevada.

A mesura que anem avançant es veu cada cop més clar que l'afinitat amb la tecnologia és més comú entre els usuaris amb coneixements d'informàtica.

Perfil 6:

Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
9	42	31,5

Taula 18. Resultats comptabilitzats perfil 6

Aquest perfil, tenint en compte que l'usuari tenia coneixements informàtics cal esmentar que no va mostrar tanta rapidesa al realitzar les tasques però la seva valoració de l'experiència va ser força baixa a causa que segons el seu punt de vista, no se sentia còmode amb la interacció d'aquesta forma, preferia el ratolí i teclat.

Perfil 7:

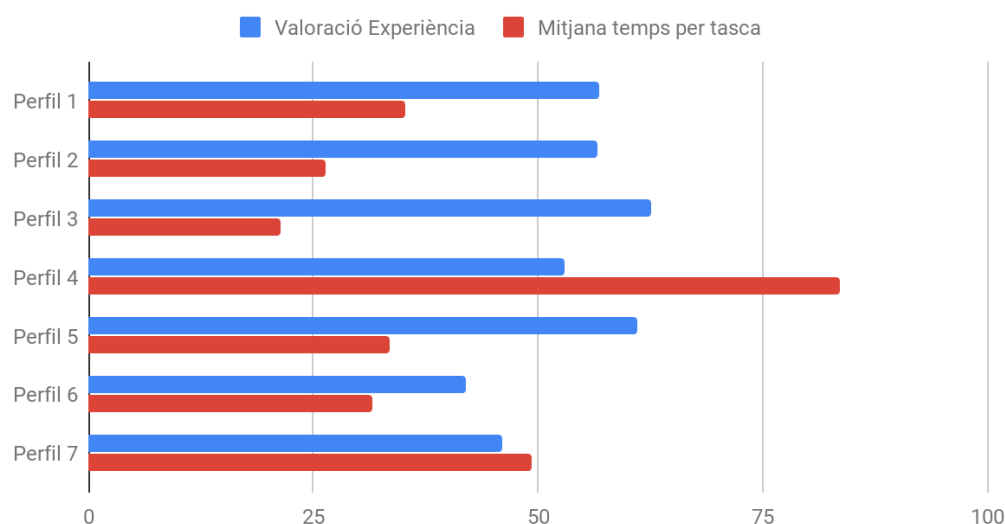
Número usuari	Valoració experiència	Mitjana temps per tasca(s)
4	46	49,2

Taula 19. Resultats comptabilitzats perfil 7

L'últim dels perfils inclou un usuari especial, ja que aquest tenia una disminució auditiva i per tant, l'avaluador va haver de fer les preguntes vocalitzant i en un to més elevat. Tot i així, va assolir un temps una mica elevat perquè alguns tasques no les havia sentit del tot bé i se li havien de tornar a repetir per tal que les entengués o les sentís. Per altra banda, l'avaluació va ser una força baixa perquè considerava que aquest tipus de tecnologia podia aplicar-se amb altres finalitats més importants que no de la forma en que s'havia emprat en el projecte.

Per concloure l'anàlisi dels diferents perfils sobre la mitjana de temps que han tardat en realitzar les tasques demanades, s'ha dut a terme una gràfica ([Taula 20](#)) que permet visualitzar les diferències explicades anteriorment de forma senzilla.

## Valoració experiència i mitjana temps per tasca per perfils



Taula 20. Comparació entre els perfils de l'avaluació segons temps per tasques i valoració experiència.

Tal com s'ha dit les descripcions de les [Taulas 13 a la 19](#), l'usuari que ha tardat ha estat l'usuari del perfil 4 i els usuaris que més positivament han valorat l'aplicació han estat els dels perfils 1,2,3,5. Per altra banda, els que han tardat menys ha realitzar les tasques han estat els dels perfils 2 i 3. Ressaltar també que al perfil que menys ha agradat l'aplicació ha estat al perfil 6. Tot i que, remarco el fet que dels perfils 3 al 7 només es disposava d'un sol usuari per perfil i per tant, no són dades molt exactes.

A partir de la [Taula 20](#), s'han comparat els diferents resultats obtinguts segons el perfil d'usuari. Per tant, els més precisos són el perfil 1 i el perfil 2 a causa que hi ha més d'un usuari per grup, en canvi, als altres perfils només disposem d'un usuari per grup i hi ha la possibilitat de que no siguin del tot precisos. A més a més, s'han extret les mitjanes de la valoració de l'aplicació mitjançant el SUS i s'han realitzat representacions gràfiques de cada resposta que feia l'usuari en el test ([Annex F](#)). A més a més, també tenim la mitjana que tarda un usuari a realitzar una tasca es calcula de la següent forma:

a)

$$\sum_i^{\text{total d'usuaris}} \frac{\text{temps tardat total d'un usuari en realitzar totes les tasques}}{\text{total d'usuaris}}$$

b)

$$\frac{55,2 + 33,2 + 27,2 + 49,2 + 30,7 + 31 + 29,7 + 41,7 + 31,5 + 24,3 + 21,5 + 15,3 + 25 + 21,3 + 33,5 + 83,5}{16}$$

Fent ús de la fórmula anterior s'obté que la mitjana de temps que un usuari tarda a realitzar una tasca, és de 34,61 segons.

Un cop analitzats tots els resultats es duu a terme una valoració global d'aquesta anàlisi.

#### 4.3.3.3.3. Valoració Global

En aquest apartat, es durà a terme una comparació entre grups i una valoració global dels resultats obtinguts. La comparació entre grups consisteix a comparar els resultats de l'avaluació segons si tens coneixements informàtics o no (la resta de característiques no ens importen a condició que compleixin el perfil d'usuari estipulat), és a dir, agrupar tots els resultats dels usuaris que tenen aquests coneixements i per l'altra banda agrupar els dels que no en tenen. Un cop agrupats, comparar un grup amb l'altre, aquesta comparació s'explica amb més detall en la secció [4.3.3.3.3.1](#).

S'ha dut a terme aquesta comparació entre grups perquè es volia donar un valor extra a l'avaluació. El procediment seguit per a poder dur-la a terme rau a l'hora d'escollir els usuaris que farien el test, ja que es van haver d'escollir 50% dels usuaris amb coneixements informàtics i l'altre 50% sense aquests coneixements. La decisió de formar aquests dos grups va ser a causa que es volia comprovar si en tenir els coneixements, l'afinitat amb aquesta nova manera d'interactuar i amb l'aplicació seria major que en el cas de no tenir-los.

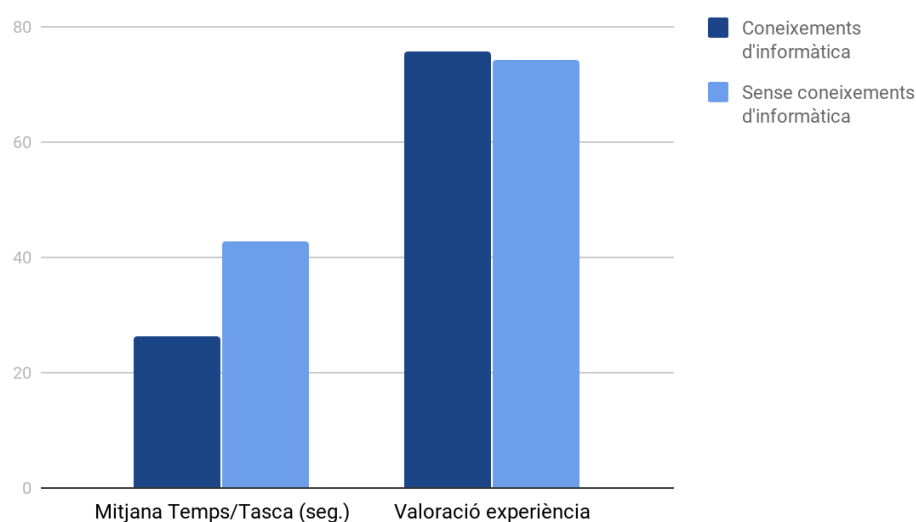
##### 4.3.3.3.3.1. Comparació entre grups

Com a extra per tal de realitzar una avaluació més completa, s'ha decidit dividir els 16 usuaris avaluats en dos grups de 8 persones. Un dels grups estarà format per persones amb coneixements d'informàtica i l'altre grup estarà format per gent que no sigui tant propera a la informàtica. D'aquesta manera, valorar l'experiència d'usuari i la usabilitat en aquests dos àmbits i a l'acabar comparar-ho i extreure'n conclusions.

Un cop ja tenim totes les dades analitzades, comparem les que són de les persones que tenen coneixements d'informàtica ([Taula 21](#)) i veiem que aquestes són més baixes en quan a temps mitg de realització de les tasques. No obstant això, a l'hora de valorar la seva experiència, independentment de si tens coneixements d'informàtica o no, l'explicació i valoració de com els ha anat la interacció i com s'han sentit és bastant similar entre ambdues parts.



## Comparació dels grups (informàtica i no informàtica)



Taula 21. Gràfica de la comparació de valors mitjans entre grups.

El grup de testers amb coneixements d'informàtica el formen els usuaris 5,8,9,10,11,12,13,14. Per altra banda, la resta de testers (1,2,3,4,6,7,15,16) formen un altre grup. Per acabar la valoració global de l'aplicació, es durà un últim apartat de conclusió.

## 4.3.3.3.2. Conclusió sobre els resultats obtinguts

És d'una gran dificultat extreure una valoració global a causa que no es pot descartar cap persona per tal de fer una mitjana i per aquest motiu, no es pot afirmar que l'aplicació té un grau concret. Per altra banda, és pot fer una aproximació qualitativa entre tots els perfils i se n'extreuria que la majoria d'usuaris i perfils (excepte el 6 i el 7) opinen que l'aplicació té un percentil superior a 50 i per tant, és una aplicació correcta.

Per millorar els resultats s'han de canviar els elements que han molestat als usuaris i així millorar la seva experiència d'ús i facilitar-los més la interacció a realitzar.

Per acabar aquesta avaluació, es pot dir que els resultats obtinguts mostren que aquest encara no és un producte prou bo per llençar-lo al mercat i per tant, que s'hauria de seguir creant i analitzant noves versions. Per altra banda, dels resultats obtinguts se n'extreu, que l'efectivitat no es veu influenciada pel rang d'edat dels usuaris, sino que es veu més afectada per els coneixements dels que aquests disposen, ja que l'afinitat amb la tecnologia ajuda a saber com utilitzar l'aplicació en una primera presa de contacte. Per altra banda, els resultats ens demostren que la part d'eficiència de l'aplicació està molt ben dissenyada, ja que tots els

usuaris van saber realitzar les tasques pel camí òptim. No ens hem d'oblidar de la satisfacció, terme difícil d'analitzar, però que tal com es diu en el primer paràgraf d'aquesta secció ([4.3.3.3.2](#)), no es pot afirmar que l'aplicació tingui un grau concret. No obstant això, es pot afirmar que és una aplicació correcta. En addició a l'anterior, la majoria de perfils tarden a realitzar les tasques entre 25 i 50 segons, exceptuant el perfil 3 i el 4, que tarden menys de 25 segons i més de 50 segons, respectivament, per tant, aquest fet dóna valor a que la mitjana de temps sigui 34,61 segons (final de la secció [4.3.3.3.2](#)), ja que la majoria de perfils estan dins del rang de 25 a 50 segons.

Si fos necessari es podria dur a terme una representació de les diverses gràfiques per apreciar quines són les tasques que els anaven pitjor i analitzar el motiu partint de les seves opinions ([Annex F](#)).

En conclusió, l'aplicació actual disposa de dues errades importants, les quals són, el temps que tarda a carregar en ser engegada i que el menú de pausa s'obri tancant les dues mans, fet del que van queixar-se molt els usuaris. També es destacarà un element molt important que, per a futures proves, facilitaria la realització de les proves, aquest element és la llicència premium, ja que amb la llicència de 3 minuts s'havia de reiniciar cada cop l'aplicació i això incomodava als usuaris.

Un cop acabat tot el relatiu a avaluació, es fa un pas cap a la següent fase, la qual consisteix en aplicar i documentar els canvis que han demanat els usuaris.

#### 4.3.3.4. Aplicació dels nous canvis

En aquest apartat, s'explicaran els canvis demanats pels usuaris, com s'han dut a terme les solucions ja aplicades i el motiu pel qual alguns canvis s'han deixat com a treball futur. Els següents canvis surten arrel de les demandes pels usuaris durant l'avaluació:

El primer dels canvis l'han reclamat 5 usuaris.

- **Reducció de l'espera per clicar (*timer reduction*)**. Canvi del temporitzador d'1 segon a 0,75 segons.

Aquest canvi l'han requerit la majoria dels usuaris (12 de 16).

- **Canvi de la manera d'obrir el menú de pausa**. Aquest punt pertany a un projecte que només s'ha integrat, l'aplicació 3D, i per tant, no es pot resoldre en aquest projecte i aquest fet implica que formarà part del treball futur.

Canvi demanat per 2 usuaris de forma oral durant la prova.

- **Crear botó al lloc de la icona gran de volum.** A causa dels múltiples intents dels usuaris que han provat l'aplicació i han intentat silenciar-la per aquest botó, s'ha trobat necessari l'addició d'aquesta funcionalitat.

Canvi demanat per 1 usuari.

- **Canvi del botó de restart del menú corresponent al menú de pausa (la part del menú principal no es veu afectada).** Aquest canvi rau en que s'ha detectat la en un futur, pot aparèixer la necessitat d'un camí més curt per reiniciar l'aplicació 3D i per tant, es deixarà com a treball futur pensar i analitzar on anirà aquest camí i també que es canviarà de la part visual.

Canvi demanat per 7 usuaris.

- **Correcció del tutorial.** Aquest punt inclou que el tutorial sigui visible en un principi i que aquest canviï d'idioma amb l'aplicació.

A part dels canvis demanats pels usuaris, s'ha trobat necessari esmentar aquests dos canvis per a versions futures:

- **Reducció del temps de càrrega a l'obrir l'aplicació.** S'ha de canviar el sistema de fer que les mans cliquin mitjançant la interacció natural en la UI perquè el raycasting, consumeix molts recursos i aquest element fa que s'enlenteixi l'aplicació en un inici.
- **Canviar de llicència gratuïta a llicència premium.** Aquest canvi es requereix per tal de poder realitzar les proves d'usuari amb més fluïdesa i també ajudaria als desenvolupadors a treballar més còmodament a l'hora de comprovar errors o de que el funcionament complert de l'aplicació sigui el correcte.

# Capítol 5. Conclusions i treball futur

En aquesta capítol, s'explicaran les conclusions i la proposta per a un treball futur amb aquest tipus de tecnologia.

## 5.1. Conclusions

El desenvolupament d'aquest projecte rau en la curiositat en les noves formes d'interacció perquè en la societat actual, el canvi és constant i la tecnologia està com a part molt important d'aquesta.

A l'inici del projecte es van estipular uns objectius a complir dels quals el principal consistia en la realització d'una interfície que utilitzés interacció natural com a mecanisme d'interacció per defecte. El desenvolupament d'aquest projecte es va dur a terme en diverses iteracions al final de les quals s'avaluava el feedback mitjançant un focus group. Aquest fet ens permetia trobar millores visuals i funcionals envers la interfície les quals passaven a formar part de la interfície en la iteració següent.

A part de les millores integrades, es volia veure si els usuaris se sentien còmodes amb aquesta nova manera d'interactuar i avaluar amb més profunditat l'aplicació, per tant, es va dur a terme una avaluació per a extreure informació concreta sobre com se sentien els usuaris interactuant amb l'aplicació. A més a més, també es va avaluar per aconseguir millorar segons l'opinió dels usuaris que avaluessin l'aplicació final.

Destacar que gràcies al focus group i a l'avaluació final amb usuaris, s'ha pogut anar evolucionant l'aplicació fent front a una tecnologia que desconeixia i finalment, obtenir la versió actual de l'aplicació.

No obstant això, s'ha considerat que el hardware que permet aquest tipus d'interacció encara ha de millorar-se perquè no produeix una sensació d'exactitud i polidesa a l'hora d'interactuar, ja que alguns cops realitza deteccions de moviments "fantasma", és a dir, moviments que l'usuari no ha fet.

En aquest mateix instant, amb el projecte ja finalitzat m'enorgulleix poder afirmar que els objectius s'han complert, tot i que, s'ha estat més temps de l'esperat i que als usuaris els ha agradat aquesta forma d'interacció, ja que la veuen com si fos la interacció diària que ells realitzen amb els objectes del seu voltant.

Expressar que molts usuaris han comentat els que creien que es podia aplicar aquest tipus de tecnologies en altres àmbits entre els quals apareixen la robòtica i el control de les càmeres.

Ressaltar que si ara tornés a començar, en l'anàlisi de la tecnologia, utilitzaria Kinect de Microsoft enlloc del Astra Orbbec Pro perquè hi ha molta més documentació, informació, projectes en els quals inspirar-se, etc. A més a més, també duria a terme un prototip funcional més acurat i segurament, utilitzaria una eina diferent, Figma, la qual prefereixo a Justinmind perquè hi ha més tutorials i per a mi, és una eina que ofereix les opcions de forma més clara i concisa. Per altra banda, la distribució de les tasques i l'ordre en el qual s'han realitzat ho realitzaria de la mateixa forma, ja que segueix la metodologia *prototype model* i aquesta permet un apropament als usuaris i anar millorant l'aplicació basant-se en el *feedback* rebut per aquests.

A continuació s'explicarà les millores pendents de l'aplicació com a treball futur d'aquest projecte.

## 5.2. Treball futur

Aquesta ha estat una primera aproximació a l'ús de la interacció natural en l'entorn d'una aplicació. S'ha obtingut una versió que ha estat ben valorada pels usuaris que l'han testejat i a causa d'aquesta s'ha obtingut com a treball futur la possibilitat de continuar amb aquesta aplicació realitzant tasques de millora i de reparació d'errors. Actualment hi ha tres tasques puntuals que queden pendents, aquestes són:

- Canviar la manera d'obrir el menú de pausa, ja que el 100% dels usuaris que han testejat l'aplicació s'han queixat de que aquest fet no els agradava o creien que es podria fer d'una altra manera millor.
- Optimització de l'inici de l'aplicació perquè a causa que la càrrega inicial és molt llarga, s'hauria d'analitzar quin és l'element causant d'aquesta càrrega lenta i realitzar-ho d'una forma diferent per tal de millorar velocitat a l'hora d'iniciar l'aplicació. Una idea pot ser canviar la forma amb la qual les mans detecten els objectes de la UI. L'altra pot ser realitzar una escena previa a tot que sigui una pantalla que carregui ràpid i després que és carregui l'escena de la UI tot mostrant a l'usuari una barra de càrrega perquè aquest estigui informat en tot moment del que està passant.

- Fer que el camí per a reiniciar l'aplicació des del menú de pausa sigui el més curt possible.

A part de les tasques pendents, hi ha certs aspectes a millorar, ja que actualment l'aplicació tarda en iniciar-se i per la part d'organització criticar el fet de que es podria haver dut a terme la feina de forma més continuada. Afegir també, que he gaudit treballant amb aquests tipus de tecnologies però no puc assegurar que m'agradaria continuar fent aquest tipus de treball en un futur perquè, actualment, penso que vull provar tots els àmbits possibles de la informàtica i durant aquest procés decidir quin vull que sigui l'àmbit al qual dedicar-hi el meu futur.

Per altra banda, també es podria considerar treball futur el fet d'aprofitar el que s'ha fet en aquest projecte per realitzar-ne un de millor i així anar augmentant l'endinsament en el món d'aquesta nova manera de interactuar.

# Bibliografia

- [1] J. E. Garrido, V. M. R. Penichet, M. D. Lozano, A. M. Plata, and J. A. F. Valls, "[The use of joint coordinates to monitor patients in a movement-based interaction system](#)," *Universal Access in the Information Society*, Nov 2017. (citat 17/06/2019)
- [2] E. Ohira, A. Komatsu - "[User interface system for permitting natural language interaction with an information retrieval system](#)", US Patent 4,931,935, 1990 - Google Patents (citat 18/06/2019)
- [3] Article of Unity VS Unreal, with which one should you start? - "[Unity VS Unreal deep analysis](#)". (citat 19/06/2019)
- [4] Unity Manual- "[Unity Manual](#)". (citat 21/06/2019)
- [5] Unity Scripting API - "[Unity Scripts](#)". (citat 21/06/2019)
- [6] Unity NuiTrack Tutorials - "[3divi-NuiTrack](#)". (citat 22/06/2019)
- [7] Figma Editor d'imatges i Esquemes per la Memòria - "[Figma Main Page](#)" (citat 15/07/2019)
- [8] Github Project Repository - "[Korakk/Tfg-ui-ux](#)" (citat 16/07/2019)
- [9] Abras, C., Maloney-Krichmar, D., Preece, J. (2004) *User-Centered Design*. In Bainbridge, W. *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Thousand Oaks: Sage Publications. "[User-Centered Design](#)" (citat 18/07/2019)
- [10] Jakob Nielsen, January 4, 2012 - "[Usability 101: Introduction to Usability](#)" (citat 18/07/2019)
- [11] Susan Farrel, February 12, 2017 - "[UX Research Cheat Sheet](#)" (citat 18/07/2019)
- [12] Dr. Toni Granollers - MPlu+a - "[IPO. Estilos y paradigmas de interacción](#)" (citat 18/07/2019)
- [13] NuiTrack - "[NuiTrack](#)" (citat 18/07/2019)
- [14] Justinmind - "[Justinmind](#)" (citat 18/07/2019)
- [15] Dr. Toni Granollers, 31/07/2015 - MPlu+a - "[System Usability Scale \(SUS\)](#)" (citat 21/07/2019)
- [16] Orbbec - "[Orbbec Astra Pro](#)" (citat 24/07/2019)
- [17] Unity- "[Unity Main Site](#)" (citat 24/07/2019)
- [18] Unreal Engine - "[Unreal Engine Main Site](#)" (citat 24/07/2019)

- [19] Photoshop - "[Photoshop Main Site](#)" (citat 24/07/2019)
- [20] Dr. Toni Granollers - MPlu+a - "[Fundamentos. Usabilidad, Accesibilidad i Experiència de Usuario \(UX\)](#)" (citat 29/07/2019)
- [21] J. A. Fernandez-Valls, A. M. Plata, V. M. R. Penichet, M. D. Lozano i J. E. Garrido - "[Rehabilitación física a partir de interacción basada en movimiento](#)" (citat 29/07/2019)
- [22] Dr. Toni Granollers - MPlu+a "[Curso IPO: El Diseño Centrado en el Usuario](#)" (citat 29/07/2019)
- [23] The Interaction Design Foundation - "[What is Human-Computer Interaction \(HCI\)?](#)" (citat 29/07/2019)
- [24] The Interaction Design Foundation - "[User Interface and User Interface Design](#)" (citat 29/07/2019)
- [25] Nielsen Norman Group - "[The Definition of User Experience \(UX\)](#)" (citat 29/07/2019)
- [26] Carlos Scolari - "[The sense of the interface](#)" (citat 29/07/2019)
- [27] The balance of small business - "[What Is a Market Research Focus Group?](#)" (citat 29/07/2019)
- [28] Nielsen Norman Group - "[Usability 101: Introduction to Usability](#)" (citat 29/07/2019)
- [29] Donald D. Norman - "[User Centered Design](#)" (citat 29/07/2019)
- [30] Aaron Quigley (Radio program) - "[What is HCI?](#)" (citat 29/07/2019)
- [31] Try QA - "[What is Prototype model- advantages, disadvantages and when to use it?](#)" (citat 29/07/2019)
- [32] Tech Republic - "[Use prototyping to visualize project requirements](#)" (citat 29/07/2019)
- [33] SearchCIO - "[Prototyping Model](#)" (citat 29/07/2019)
- [34] SearchCIO - "[UI definition](#)" (citat 30/07/2019)
- [35] Juan E. Garrido, Victor M. R. Penichet, Maria D. Lozano, P.O. Kristensson, Aaron Quigley - "[Gaze-based awareness in complex healthcare environments](#)" (citat 30/07/2019)
- [36] Microsoft Developers - "[Kinect v1](#)" (citat 30/07/2019)
- [37] Azure Kinect DK Not Available, Feb 24, 2019, 12:20pm EST - "[New kinect availability](#)" (citat 30/07/2019)
- [38] Azure Kinect DK Information, Feb 25, 2019, 11:36am EST - "[Kinect Ressurrected](#)" (citat 30/07/2019)
- [39] Azure Kinect Microsoft Main Page - "[New Microsoft Kinect](#)" (citat 30/07/2019)



[40] Grup de Recerca en Interacció Persona Ordinador i Integració de Dades (GRIHO) [“GRIHO About Us”](#) (citat 31/07/2019)

[41] John Brooke - [“SUS: A Retrospective”](#) (citat 01/08/2019)

[42] Aaron Bangor, Philip Kortum, James Miller - [“Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale”](#) (citat 01/08/2019)

[43] Jeff Sauro, February 2, 2011 - [“MEASURING USABILITY WITH THE SYSTEM USABILITY SCALE \(SUS\)”](#) (citat 01/08/2019)

[44] Ditte Mortesen - [“Natural User Interfaces – What are they and how do you design user interfaces that feel natural?”](#) (citat 02/08/2019)

[45] Xianliang Mu ; Lifan Tan ; Yu Tian ; Chunhui Wang - [“Recent Development of Human-Robot Natural Interaction in Spatial Cognition Tasks”](#) (citat 02/08/2019)

[46] Amazon Alexa - [“Alexa Information”](#) (citat 02/08/2019)

[47] Google Home - [“Google Home information”](#) (citat 02/08/2019)

[48] Apple Siri - [“Apple Siri information”](#) (citat 02/08/2019)

[49] Apple iPad - [“Apple iPad information”](#) (citat 02/08/2019)

[50] Perceptive Pixel Interface - [“Perceptive Pixel's StoryBoard”](#) (citat 28/08/2019)

[51] Google Now- [“Google Now, How to use it?”](#) (citat 28/08/2019)

[52] Ok Google - [“Ok Google, How to use it?”](#) (citat 28/08/2019)

# Annexos

## Annex A

Aquest annex contindrà documentació relacionada amb la posta a terme del *focus group* de la primera iteració.

Autorización para incluir la voz y/o nombre en la grabación de audio

El señor/señora \_\_\_\_\_

Mayor de edad, con número de DNI \_\_\_\_\_

*manifiesta voluntariamente que*

-Ha sido informado del interés que tiene el Sr. Oscar Lopez Luna en grabar su voz y/o nombre en la elaboración de este focus group que lleva como título provisional y/o definitivo "Focus Group 13-03-2019" del realizador Oscar Lopez Luna.

Una vez informado/a de la cláusula anterior, **otorga su consentimiento** expreso para que su voz y/o nombre se incluyan en la producción citada.

De la misma manera, autoriza la explotación posterior en cualquier modalidad y soporte, que hará el Sr. Oscar Lopez Luna o bien su compañero de elaboración Marc Viladegut. Esta autorización se realiza para toda la vigencia de protección de la elaboración hasta su entrada en dominio público.

En \_\_\_\_\_, el \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_\_

*Firmado:*

\_\_\_\_\_

## Annex B

Aquest annex ha estat creat per mostrar tots els scripts relacionats amb les funcionalitats. Aquests estan hostatjats a Github [\[8\]](#).

- **BackTo.cs** (actualment no s'utilitza) [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/SettingsMenu/BackTo.cs]
- **SettingsFrom.cs** (actualment no s'utilitza) [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/SettingsMenu/SettingsFrom.cs]
- **Play & Quit.** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/MainMenu/MainMenu.cs]
- **Traducció** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/Language/]
  - Traducció 1 (Mètode d'emmagatzematge de traduccions (LangChooser.cs))
  - Traducció 2 (Mètode que duu a terme la traducció (LangSetter.cs))
- **Sound Menu** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/SoundMenu/]
  - *Mute* (MuteSound.cs)
  - *Slider* Volumen i Botons relacionats amb aquesta (SoundMenu.cs).
- **Video Menu** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/VideoMenu/]
  - Canvi de resolució (ResolutionHandler.cs)
  - Qualitat gràfica (graphicsQuality.cs)
  - Pantalla Completa - *Fullscreen* (VideoMenu.cs)
- **DefaultPlayerPrefs.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/DefaultPlayerPrefs.cs]
- **ExtraScripts**
  - **Default.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/ExtraScripts/Default.cs]  
Funció encarregada de tornar les opcions a els seus valors per defecte.
  - **Restart.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/ExtraScripts/Restart.cs]  
Funció encarregada de reiniciar l'escena 3D.
  - **Settings.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/ExtraScripts/Settings.cs]  
Funció encarregada de propagar els canvis visuals entre escenes.
- **Pause Menu**

PauseMenu.cs [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/ExtraScripts/PauseMenu.cs]  
Funcions encarregades de les funcionalitats del menú de pausa.

## Annex C

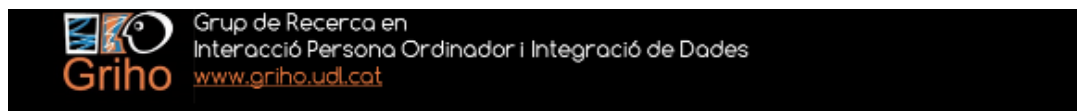
Aquest annex conté els scripts relacionats amb la captació de moviment i gesticulació realitzats per l'usuari i que permeten interactuar amb l'aplicació.

- **HandTracker.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/UI/Scripts/ExtraScripts/HandTracker.cs]  
Funció que tracta sobre que les mans apareguin a pantalla i detectin els objectes quan l'usuari tanca la mà.
- **CheckUser.cs** [Ruta on està el script dins del repositori: Tfg-ui-ux/App3D-Integració\_NEW/Assets/Scripts/CheckUser.cs]  
Funció encarregada de mostrar el missatge en l'aplicació de si l'usuari està sent detectat pel dispositiu o no.

## Annex D

Aquest annex conté el document que els usuaris van haver-se de llegir i, si volien, podien donar el seu consentiment per a què enregistressim audio, video o d'ambdós elements.

Destacar que no es va posar cap nom real sino que simplement, es va utilitzar un pseudònim (Tester + número).



### Formulario de Confidencialidad

Bienvenido y gracias por su colaboración en nuestro estudio. Con el objetivo de garantizar el cumplimiento de varias leyes y leyes le hacemos entrega del siguiente documento.

#### Objetivos de la evaluación

El objetivo del test es evaluar la herramienta/sistema y no a la persona que la utiliza. El test se realiza para identificar elementos que pueden resultar incomprensibles o difíciles de usar, nunca para evaluar sus capacidades o habilidades personales.

#### Propósito del documento

El propósito de este documento es informarle que durante toda la sesión de evaluación (de usabilidad del producto/sistema), usted será grabado tanto visualmente como en formato audio mediante una cámara web situada en la pantalla del ordenador. Aun así, debe saber que en cualquier momento de la evaluación tiene derecho a decidir no continuar realizándola y abandonar la sesión de evaluación sin la necesidad de dar ningún tipo de motivo o justificación.

Para cumplir este objetivo y de acuerdo con la **Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal** necesitamos su consentimiento para poder realizar la grabación anteriormente mencionada.

El objetivo de dicha grabación es poder analizar posteriormente la información que hemos obtenido a día de hoy con más detalle y profundidad.

Todos los datos, así como imágenes y sonidos extraídos de la grabación serán utilizados únicamente de forma interna por los miembros del equipo de trabajo y para los fines indicados anteriormente. Esta grabación no será publicada ni utilizada por ningún otro objetivo y será destruida dos años después de haber acabado el proyecto.

Si está de acuerdo con todo lo anterior, le pedimos, por favor, su consentimiento firmando este documento en la parte inferior del mismo.

#### Consentimiento

Yo confirmo que he leído y entendido todos los puntos de este documento y doy mi autorización para que la sesión de usabilidad de hoy sea grabada con el propósito descrito anteriormente. Autorizo para que se grabe:

- ☐ Video solamente
- ☐ Audio Solamente
- ☐ Audio y vídeo

**Firmado**

**Nombre y Apellidos:** \_\_\_\_\_

**Lugar y fecha:** \_\_\_\_\_

**Muchas gracias por su participación!**

## Annex E

Aquest annex conté els formularis/qüestionaris que s'havien de respondre abans i després de realitzar les tasques.

- E-1

### Dades Pre-Test

Petit qüestionari en el qual es demanaran dades sobre vosaltres per tal de classificar-vos a l'hora d'analitzar els resultats de la prova. Tot garantint l'anonimat.

**\*Obligatorio**

#### 1. Gènere \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Home
- ☐ Dona
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

#### 2. Rang d'edat \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Menys de 20
- ☐ 20-29
- ☐ 30-40
- ☐ Més de 40

#### 3. Nivell d'estudis \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 4. Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Cada día
- ☐ Alguns cops durant la setmana
- ☐ Alguns cops durant el mes
- ☐ Ocasionalment
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**5. Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \****Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Sí
- ☐ No

- E-2

**Qüestionari Post-Test (SUS)**

Aquest qüestionari permetrà avaluar la vostra opinió respecte a l'aplicació sobre la qual heu dut a terme una sèrie de tasques i, sobretot, recordeu que no se us està avaluant a vosaltres ni les vostres aptituds sinó que s'està avaluant l'aplicació.

**\*Obligatorio****Número de Tester \***


---

**1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord



**6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \****Marca solo un óvalo.*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**Opinió personal sobre l'experiència.**

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

**1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?***Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

**1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?**


---

**2. Creus que són eficients o útils?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.**

---

---

---

---

---

## Annex F

Aquest annex conté les respostes al formulari post-test (SUS + Opinió).

### Qüestionari Post-Test (SUS)

Aquest qüestionari permetrà avaluar la vostra opinió respecte a l'aplicació sobre la qual heu dut a terme una sèrie de tasques i, sobretot, recordeu que no se us està avaluant a vosaltres ni les vostres aptituds sinó que s'està avaluant l'aplicació.

\*Obligatorio

- Usuari 1

Número de Tester \*

1 .....

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Eye-toy playstation 2

2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

La tasca 5 ha estat la més difícil de realitzar i frustrant, ja que a l'intentar agafar la pedra s'obria el menú de pausa constantment

Per altra banda, també m'era difícil realitzar les accions que se'm demanaven, no perquè no sapigués que havia de fer, ja que el menú era intuitiu, si no perquè la càmera no em detectava les mans a vegades o bé l'acció que jo volia dur a terme es realitzava molt lentament.

Ha estat una mica frustrant el tema de que se'm obrien menús sense que els apretés, segurament a causa dels moviments de l'altra mà que no controlava.

Remarcar que sobretot la tasca més complicada ha estat la 5, i que de cara possibles millores potser canviaria la manera de posar pausa al joc, per a evitar aquestes complicacions.

Per la resta, el disseny de l'aplicació en general m'ha agradat molt, té una línia fina i no es veu carregada l'aplicació. Molt original i bonic.

---

- **Usuari 2**

Número de Tester \*

2

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

**Opinió personal sobre l'experiència.**

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

☒ Sí

☐ No

☐ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Ulleres VR .....

2. Creus que són eficients o útils?

☒ Sí

☐ No

☐ Tal vez

☐ Otro: .....

3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Ha estat una aplicació entretinguda, però el tutorial una mica incomplet. ....

- Usuari 3

Número de Tester \*

3

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord



6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

.....

2. Creus que són eficients o útils?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Tal vez

☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Al principi m'he trobat una mica perdut i he trobat a faltar una mica més d'explicació i detalls per saber concretament quina activitat havia de realitzar. Després, m'ha semblat força intuitiu, però suposo que també és perquè tinc alguns coneixements en aquest àmbit. Considero que si aquest tipus d'aplicació o sistemes van dirigides a una persona d'edat avançada, hagués estat més complex que se sentissin còmodes o s'adaptessin al sistema. Per altra banda, el disseny de l'aplicació és força clar i correcte i fàcil d'entendre, però perfeccionaria molt més el tema de la càmera i la mobilitat a l'hora de navegar dins l'app, sobretot algun petit error com el de pausa amb les dues mans. La cançó i les melodies m'han semblat adequades. També, si hagués de retocar algun aspecte, seria el fet d'obrir i tancar cada vegada l'aplicació per canviar de test o prova, i que dins de la mateixa, pogués navegar sense haver de resetejar-la o obrir-la de nou. No hi ha res més que em vingui al cap. Com a conclusió i valoració final, diria que, tenint en compte el temps de creació de l'aplicació, l'he trobat força clara i senzilla (apta per la major part del públic), com també intuitiva i divertida. Perfeccionaria sobretot el tema de la precisió de càmera i mobilitat de les mans o cursors i el fet de tornar a entrar per canviar de test. La resta ho he trobar clar, entenedor, fàcil d'arribar on es vol i alhora distret. Res més que se m'acudeixi ara mateix. Gràcies per deixar-me l'oportunitat de provar aquest tipus d'aplicació i molts ànims en el futur. Enorme màquina.

---

- Usuari 4

Número de Tester \*

4

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

la wii .....

2. Creus que són eficients o útils?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Trobo que el sistema pot tenir la seva utilitat a l'hora de utilitzar-lo AL MÓN LABORAL, QUAN NO POTS TENIR CONTACTE FÍSIC AMB ALGÚN OBJECTE TÒXIC, PER EXEMPLE, TOT I QUE TROBO QUE LA CÀMERA NO HA POGUT APRECIAR BÉ ELS MEUS MOVIMENTS I S'GHARIA DE MILLORAR.

- Usuari 5

Número de Tester \*

5

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Kinect .....

2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

El botó del tutorial poc intuïtiu ja que l'usuari està acostumat a realitzar el tutorial quan està dintre del joc. Referent a quant l'usuari està dintre del joc, el fet de que hi hagi una pedra gran i que es detectin les dues mans pot influir a que l'usuari intenti agafar la pedra gran amb les dues mans i, en conseqüència, anar a parar al menú de pausa. Per tant, per solucionar aquest problema, el que faria és realitzar objectes més petits com ara un llapis, una pedra petita, etc (quelcom petit) per tal de que l'usuari sols faci servir una mà i quan vulgués anar a parar al menú utilitzar les dues mans.

---

- Usuari 6

## Número de Tester \*

6

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord



6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Eye Toy Play 2 .....

2. Creus que són eficients o útils?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Molt ben aconseguit, està molt bé. Per altra banda, el fet de que cada cop que tanquis les dues mans es fiqui el mode pausa, molesta i es bastant innecessari.

- Usuari 7

Número de Tester \*

7

#### 1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

#### 2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

#### 3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

#### 4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

#### 5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Eye Toy Play (PS2) .....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

M'hauria agradat poder agafar la tortuga. Experiència gratificant i entretinguda. ....

- Usuari 8

Número de Tester \*

8

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Kinect .....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Sistema de pulsar botons poc intuitiu, al agafar una pedra gran es sol utilitzar dues mans, això provoca que s'obri el menú de pausa. Hardware millorable .....

- Usuari 9

Número de Tester \*

9

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord



6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Kinect .....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

LA INTERACCIO AMB EL CLIC DE LA MA DISPOSAVA D'UN CERT RETARD ENTRE L'ACCIÓ DE CLICAR I LA RESPOSTA DEL SISTEMA. TAMBÉ M'AGRADARIA DESTACAR ELS MOVIMENTS ERRATICS PER PART DEL SENSOR EL QUAL M'HA FET SENTIR TONTO. PENSAVA QUE NO HO FEIA BE.

.....

- Usuari 10

Número de Tester \*

9

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Kinect, Eye Toy, Wii

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☒ Otro: A vegades

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

- Aixecar la pedra amb les mans és innecessàriament complex.
- El tutorial és molt lent
- El tutorial té la barra de Windows abaix
- El tutorial té faltes d'ortografia

- Usuari 11

Número de Tester \*

11

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

.....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Me trobat comode, pero falta de eficiencia en alguna de les finestres, exemple el restart.

-Bug en la pantalla de pausa.

-Timer massa llarg.

.....



- Usuari 12

Número de Tester \*

12

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

.....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

No m'agrada la musica, i la manera de pausar s'activa d'una forma que es podria canviar, com per exemple es podria fer un gestó amb les dos mans diferent (com una X tijera equis), etc... Res més, el juego mola la verdah

.....

- Usuari 13

Número de Tester \*

13

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

Kinect .....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

El sistema por el cual se accede al menú de pausa durante el juego puede entrar en conflicto con la funcionalidad de cerrar ambas manos.

Para acceder a los botones de los menús, es necesario mantener la mano cerrada sobre estos durante mucho tiempo. En ocasiones, y debido al tamaño de los botones, resulta difícil mantenerse todo ese tiempo con la mano cerrada en el mismo. Asimismo, nada indica que deba mantenerse la mano cerrada durante una cierta cantidad de segundos (tal vez un "anillo" cuyo interior se recargue mientras se esté cerrando una mano para acceder un menú, hasta que ha transcurrido el tiempo para ello, sería un buen indicador).

- Usuari 14

Número de Tester \*

14

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord



## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

.....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Sistema no massa complicat de fer anar, i considero que es pot utilitzar en moltes facetes de la vida quotidiana.

Al mateix temps es detecta alguna mena de retard entre el moment en que es tanca la mà, i el moment en que s'agafa un objecte (Delay), que es podria intentar millorar.

En definitiva crec que la filosofia de l'aplicació es molt bona, i que es pot aplicar en molts i diferents àmbits de la vida diària.

Es podria intentar mitjançant alguna mena d'interfície, per moure i controlar altres dispositius electrònics, més enllà dels gràfics de l'aplicació.

Fàcil de fer funcionar, amigable, i amb moltes possibilitats.

.....

- Usuari 15

Número de Tester \*

15

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

## Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

#### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

eye toy ps2 .....

### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

M'he sentit segura al utilizar aquesta aplicació y crec que els continguts son bastants consistents. ....

- Usuari 16

Número de Tester \*

16

1. Ha pensat que voldria fer servir el sistema de forma freqüent. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

2. Ha trobat que és un sistema innecessàriament complex. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

3. Ha pensat que el sistema ha estat fàcil de fer servir. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

4. Ha pensat que necessitaria l'ajuda d'un tècnic per ser capaç d'utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

5. Ha trobat que les diverses funcionalitats del sistema s'han integrat correctament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Molt d'acord

6. Ha pensat que hi havia massa inconsistència en el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

7. S'imagina que la majoria de gent seria capaç d'aprendre a fer servir el sistema ràpidament. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

8. Ha trobat el sistema massa complicat d'utilitzar. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

9. S'ha sentit segur durant l'ús del sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

10. Ha necessitat aprendre moltes coses abans de poder començar a utilitzar el sistema. \*

	1	2	3	4	5	
Molt desacord	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt d'acord

### Opinió personal sobre l'experiència.

Respondre aquestes qüestions per tal d'ajudar als avaluadors a millor l'experiència d'usuari en futures versions.

#### 1. Has utilitzat mai alguna tecnologia similar?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Tal vez

##### 1.1. Si ha respost que sí en la pregunta anterior, quina?

.....

#### 2. Creus que són eficients o útils?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez
- ☐ Otro: .....

#### 3. Opinió sobre l'experiència que han tingut durant la realització de les tasques.

Em sembla bé i adequada. M'ha agradat molt.

.....

## Annex G

Aquest annex conté les respostes al formulari pre-test.

### Dades Pre-Test

Petit qüestionari en el qual es demanaran dades sobre vosaltres per tal de classificar-vos a l'hora d'analitzar els resultats de la prova. Tot garantint l'anonimat.

- Usuari 1

**\*Obligatorio**

**Gènere \***

☐ Home

☒ Dona

☐ Otro: \_\_\_\_\_

**Rang d'edat \***

☐ Menys de 20

☒ 20-29

☐ 30-40

☐ Més de 40

**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***

☒ Cada día

☐ Alguns cops durant la setmana

☐ Alguns cops durant el mes

☐ Ocasionalment

☐ Otro: \_\_\_\_\_

**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***

☐ Sí

☒ No

- Usuari 2



\*Obligatorio

**Gènere \***

☐ Home

☒ Dona

☐ Otro: .....

**Rang d'edat \***

☐ Menys de 20

☒ 20-29

☐ 30-40

☐ Més de 40

**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***

☒ Cada dia

☐ Alguns cops durant la setmana

☐ Alguns cops durant el mes

☐ Ocasionalment

☐ Otro: .....

**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***

☐ Sí

☒ No

- Usuari 3

\*Obligatorio

## Gènere \*

☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....

## Rang d'edat \*

☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40

## Nivell d'estudis \*

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \*

☒ Cada día☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....

## Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \*

☐ Sí☒ No

- Usuari 4

**Gènere \***☐ Home☒ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☐ Sí☒ No

- Usuari 5

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 6

**Gènere \***☐ Home☒ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☐ Sí☒ No

- Usuari 7

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☐ Sí☒ No

- Usuari 8

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada día☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 9

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☒ Menys de 20☐ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 10



**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 11

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 12

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

•

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

• Usuari 13

**Gènere \***☒ Home☐ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☒ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☒ Sí☐ No

- Usuari 14

**Gènere \***

- ☒ Home
- ☐ Dona
- ☐ Otro: .....

**Rang d'edat \***

- ☐ Menys de 20
- ☐ 20-29
- ☐ 30-40
- ☒ Més de 40

**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Formació Professional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***

- ☒ Cada dia
- ☐ Alguns cops durant la setmana
- ☐ Alguns cops durant el mes
- ☐ Ocasionalment
- ☐ Otro: .....

**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***

- ☐ Sí
- ☒ No

- Usuari 15

**Gènere \***☐ Home☒ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☒ Menys de 20☐ 20-29☐ 30-40☐ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☒ Cada dia☐ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☐ Sí☒ No

- Usuari 16

**Gènere \***☐ Home☒ Dona☐ Otro: .....**Rang d'edat \***☐ Menys de 20☐ 20-29☐ 30-40☒ Més de 40**Nivell d'estudis \***

	Finalitzat/da	En curs	No tinc ni he cursat aquest nivell acadèmic
Primària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundària	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formació Professional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Màster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Amb quina freqüència utilitzeu Internet? \***☐ Cada día☒ Alguns cops durant la setmana☐ Alguns cops durant el mes☐ Ocasionalment☐ Otro: .....**Has dut a terme algun tipus de testing com aquest? \***☐ Sí☒ No

## Annex H

Conté les dades de cada usuari duent a terme cadascuna de les tasques. Simplificant, contindrà les dades de l'usuari n (n=número de l'usuari, va de 1 a 16) i totes les tasques que aquest hagi realitzat.

- Usuari 1

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	11	Tutorial poc visual, necessita explicació	Correcte	Sí
2	25	Cap	Correcte	No
3	15	Cap	Correcte	No
4	90	Clicar al botó gran de volum per silenciar enlloc del botó corresponent.	Correcte	Sí
5	180	Error d'obrir el menú de pausa, diverses vegades.	Correcte	Sí
6	5	Cap	Correcte	No

- Usuari 2

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	21	Cap	Correcte	No
2	38	Cap	Correcte	No
3	16	Cap	Correcte	No
4	34	Cap	Correcte	No
5	80	No sap com agafar l'objecte. Obra menú de pausa sense voler-ho fer.	Correcte	Sí
6	10	Cap	Correcte	No

- Usuari 3

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	15	Cap	Correcte	Sí



2	30	No intueix quin és el botó del tutorial, millor posar-lo a l'iniciar l'aplicació.	Correcte	Sí
3	10	Cap	Correcte	No
4	22	Cap	Correcte	No
5	80	No sap com agafar l'objecte. Obra menú de pausa sense voler-ho fer. Es queixa de la llicència de 3 minuts.	Correcte	Sí
6	6	Cap	Correcte	No

- Usuari 4 (Disminució Auditiva)

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	30	Cap	Correcte	No
2	48	No intueix quin és el botó del tutorial, millor posar-lo a l'iniciar l'aplicació.	Correcte	Sí
3	30	Cap	Correcte	No
4	32	Cap	Correcte	No
5	75	No sap com agafar l'objecte (l'agafa amb les dos mans perquè es gran). Obra menú de pausa sense voler-ho fer.	Correcte	Sí
6	60	No recorda com obrir-lo	Correcte	Sí

- Usuari 5

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	9	Cap	Correcte	No
2	40	El mateix que a l'usuari 3	Correcte	Sí
3	5	Cap	Correcte	No
4	20	Prova de clicar el botó	Correcte	No

		gran.		
5	99	Obra menú de pausa sense voler-ho fer. Es queixa del hardware.	Correcte	Sí
6	11	Cap	Correcte	No

- Usuari 6

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	15	Cap	Correcte	Sí
2	30	Cap	Correcte	Sí
3	15	Cap	Correcte	No
4	21	Cap	Correcte	No
5	100	Obra menú de pausa sense voler-ho fer.	Correcte	Sí
6	5	Cap	Correcte	No

- Usuari 7

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	10	Cap	Correcte	Sí
2	40	Clic empenyent en lloc de tancant la mà,	Correcte	Sí
3	22	Cap	Correcte	No
4	40	Cap	Correcte	No
5	60	Obra menú de pausa sense voler-ho fer. Queixa de clics misteriosos.	Correcte	Sí
6	6	Cap	Correcte	No

- Usuari 8

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	10	Cap	Correcte	Sí
2	120	Clic empenyent en lloc de tancant la mà.	Correcte	Sí
3	10	Cap	Correcte	No
4	40	Cap	Correcte	No
5	60	Igual que l'usuari 7	Correcte	Sí
6	6	Cap	Correcte	No

- Usuari 9

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	22	Cap	Correcte	No
2	52	Tutorial millor a l'inici de forma obligatòria.	Correcte	Sí
3	10	Cap	Correcte	No
4	40	Botó gran que silenciï a a part del petit.	Correcte	No
5	50	Obra el menú de pausa sense voler. Es queixa de la llicència.	Correcte	Sí
6	5	Cap	Correcte	No

- Usuari 10

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	6	Cap	Correcte	No
2	20	Cap	Correcte	No
3	10	Cap	Correcte	No
4	35	Cap	Correcte	No
5	63	Intenta agafar-la amb ambdues mans alhora.	Correcte	Sí
6	5	Cap	Correcte	No

- Usuari 11

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	27	Cap	Correcte	No
2	20	Cap	Correcte	No
3	25	Es queixa de timer llarg	Correcte	No
4	18	Cap	Correcte	No
5	32	Intenta agafar-la amb ambdues mans alhora. Obra menú de pausa.	Correcte	Sí
6	7	Cap	Correcte	No

- Usuari 12

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	10	Cap	Correcte	No
2	20	Empenyent en lloc de tancar la mà.	Correcte	No
3	20	Es queixa de timer llarg	Correcte	No
4	15	Cap	Correcte	No
5	20	Intenta agafar-la amb ambdues mans alhora. Obra menú de pausa.	Correcte	No
6	7	Cap	Correcte	No

- Usuari 13

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	15	Cap	Correcte	No
2	32	Cap	Correcte	No
3	13	Cap	Correcte	No
4	25	Silenciar botó gran.	Correcte	No
5	60	Obra menú de pausa.	Correcte	No
6	5	Cap	Correcte	No

- Usuari 14 (+40)

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	6	Cap	Correcte	No
2	32	Cap	Correcte	No
3	13	Cap	Correcte	No
4	36	Cap. Es queixa del hardware.	Correcte	No
5	55	Obra menú de pausa.	Correcte	No
6	5	Cap.	Correcte	Sí

- Usuari 15

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	15	Cap	Correcte	No
2	80	No sap com es clica, a causa d'aquest fet prefereix tutorial a l'inici.	Correcte	Sí
3	10	Cap	Correcte	No
4	30	Cap. Es queixa del hardware.	Correcte	No
5	60	Obra menú de pausa. No sap com agafar la pedra.	Correcte	Sí
6	6	Cap.	Correcte	No

- Usuari 16 (+40)

Tasca	Temps (s)	Errors	Camí Seguit	Ajuda
1	36	Cap	Correcte	No
2	80	Necessitat de tutorial al principi.	Correcte	No
3	20	Cap	Correcte	No
4	50	Cap. Es queixa del hardware. Clicar al botó de volum gran.	Correcte	Sí
5	300	Obra menú de pausa.	Correcte	Sí
6	15	Cap.	Correcte	Sí